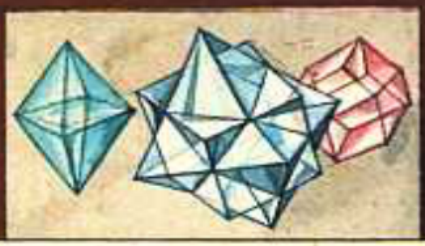
ЗНАЙ И УМЕЙ



О. ОЛЬГИН

ЧУДЕСА НА ВЫБОР

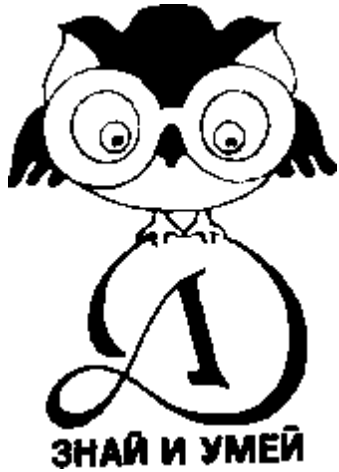
SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Занимательное введение в мир химии, позволяющее школьникам даже младших классов уяснить специфику этой науки, узнать о роли химии в жизни людей сегодня, а также научиться проделывать множество полезных, веселых и безопасных опытов.

- Оглавление
  -
  - Предисловие первое: для родителей
  - Предисловие второе: для старших братьев,
  - Предисловие третье: для вас, юные химики
  - Глава первая. Чудеса для разминки
  - Глава вторая. Разноцветные чудеса
  - Глава третья. Полезные чудеса
  - Глава четвертая. Поучительные чудеса
  - Глава пятая. Летние чудеса
  - Глава шестая. Сладкие чудеса
  - Глава седьмая. Электрические чудеса
  - Помещенные здесь фотографии введут тебя в мир химической лаборатории
  -
  - Приложения
    -
    - Перечень опытов
    - Перечень терминов с краткими объяснениями
    - Перечень химических наук с примерами
- notes
  - 1

Оглавление


ЗНАЙ И УМЕЙ

Ольгерт Ольгин
Чудеса на выбор, или химические опыты для новичков

Чудесное это занятие — химические опыты. Берешь одно, смешиваешь с другим, а получаешь что-то третье…

Знаю: вы, ребята, изучали химию.

Не забегаем ли мы вперед?

Не забегаем.

Когда вы пришли в первый класс, вы умели считать? И складывать? И даже немного умножать — хотя бы два на два? А ведь математику еще не проходили!

То, чем мы предлагаем заняться, — вроде счета, сложения или немудреного умножения. Так сказать, дважды два на химический лад.

Только что же это такое — химия?

Это наука о веществе и его превращениях.

Но давайте по порядку. Сначала: что такое вещество?

То, из чего состоит все на свете. Книжки, которые вы читаете; стулья, на которых сидите; дома, в которых живете… Так что химия — обширная наука. Она имеет дело с самыми разными веществами — жидкими и твердыми, бесцветными и яркими, прочными и хрупкими, полезными и вредными. Уже сейчас известны миллионы веществ, а сколько их еще не открыто…

Дальше: что такое превращения?

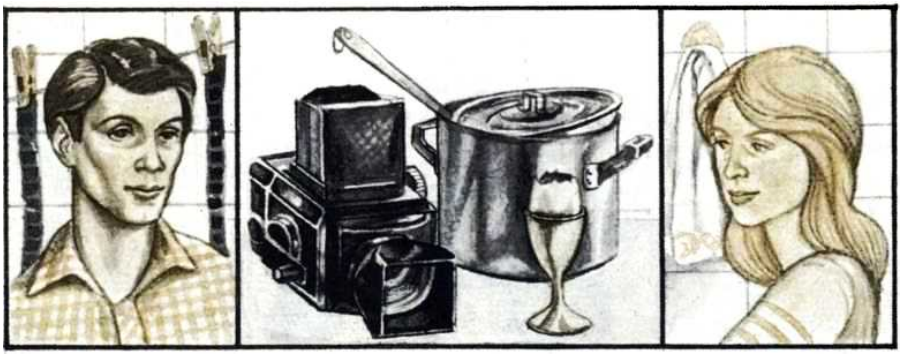
Когда одно вещество становится Другим. Или так: было одно — стало два. Или этак: было два — стало одно. В химии арифметика особая, чудесная.

Немало химических чудес встретятся вам в этой книжке. Конечно, каждое химическое чудо можно объяснить, но пока

придется кое-чему поверить на слово.

И еще: к чудесам надо хорошенько подготовиться. Поразмыслить, прежде чем взяться за дело. Поэтому торопиться не будем.

Некоторые книжки обходятся вовсе без предисловий. У нас их будет целых три. Так надо.



Предисловие первое: для родителей

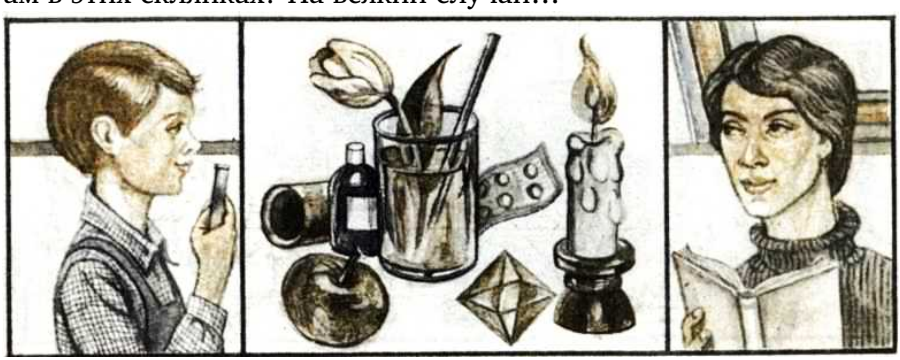
(но можете почитать и сами)

Дорогие родители! Возможно, вы несколько испугались, узнав, что вашим детям, таким еще, как вам кажется, маленьким, предлагают делать химические опыты. Ведь на уроках химии, говорят, то и дело либо гремит, либо дымит, либо сверкает…

Пожалуйста, не бойтесь: ни греметь, ни дымить, ни сверкать не будет. Разве что изредка, самую малость и совсем безобидно. Это наверняка. Правда, при условии, что все будет проделано в точности так, как написано в этой книжке.

Но не лучше ли вообще обойтись без этой самой химии? Что ж, попробуйте! Вот вы, уважаемая мама, добавляете в борщ немного кислоты, и он делается огненно-красным — разве это не химия? Или вы, дорогой папа, проявляете в ванной фотопленку — разве и это не химия? Она повсюду, и никуда от нее не деться. Именно к химии поучительной и полезной нам и хотелось бы пристрастить вашего ребенка — чтобы он кое-чему научился, чтобы не устраивал со скуки никому не нужные взрывы.

Все опыты должны проходить спокойно и безопасно. Мы постараемся обойтись без едких веществ и неприятных запахов, будем своевременно напоминать об осторожности. Это скорее задача автора. А вы, дорогие мамы и папы, помогите, пожалуйста, вашему ребенку: найдите подходящее место для занятий, светлое и удобное, накройте стол клеенкой или пленкой, чтобы его случайно не попортили во время опытов, подыщите старый фартук и несколько склянок разной формы и величины. Вот, собственно, и все, что понадобится на первых порах. И, конечно, совсем не помешает, если вы иногда будете интересоваться: что там в этих склянках? На всякий случай…



Предисловие второе: для старших братьев,

(а также для сестер, знакомых, соседей, товарищей)

Эта книжка, вообще говоря, не для вас, а для ваших младших братьев и сестер (равно как и для знакомых ребят, которые уже учатся в начальной школе). Так вот: помогите им!

Они еще не очень много умеют. Вы-то в химии разбираетесь, а они пока не знают даже самого простого. Не знают, например, что нельзя пробовать незнакомое вещество на вкус. Или что нельзя наклоняться над склянкой, когда в ней идет химическая реакция. Более того, они вообще не знают, что такое реакция.

Но вот замечали ли вы, что их интересует все — в том числе и химия? И дошколят и младших школьников привлекают всякие превращения — ведь они сродни чудесам. Яйцо было жидким, а стало крутым — почему? В пузырьке марганцовка черная, а в воде делается розовой — почему? Железо на воздухе становится рыжим, медь зеленой, серебро черным — почему? На многие из этих вопросов ответит эта книжка. Но немало вопросов могут остаться без ответа. Вот и помогите своим младшим товарищам. Потратьте немного времени и посмотрите, правильно ли они ставят опыты. Поправьте, если что-то не ладится. Объясните, если малыши что-то недопонимают. Напомните им, что нельзя просто так смешивать какие-то вещества — где гарантия, что получится безобидная смесь? Вообще-то химией лучше всего заниматься в кружке (хотя можно и дома). И вести такой кружок можете вы, старшие товарищи.

И еще. Конечно, моя книжка — для начинающих. Но я готов побиться об заклад, что некоторых опытов вы все же не знаете. Так, может, и вам будет интересно кое-что воспроизвести?

Это не подсказка и отнюдь не наставление. Так, дружеский совет.

1r 2r 3r 5r
1k

Предисловие третье: для вас, юные химики

Читать эту книгу будут, конечно же, и мальчики, и девочки. Но все равно назвать каждого из вас можно только так: юный химик. Ни в одном словаре нет слова «химичка» или чего-нибудь в этом роде. Итак:

Уважаемый юный химик!

Возможно (и даже скорее всего), ты еще не заслуживаешь такого почетного титула. Но если внимательно прочесть эту книгу, разобраться, о чем она, и проделать все опыты, не может быть сомнений: тебя по праву можно будет именовать юным химиком.

Скоро мы приступим к самым простым опытам. Ничего нельзя делать без подготовки, с бухты-барахты, а тем более ставить опыты, да еще химические. Сначала обязательно надо разобраться по меньшей мере в двух вещах.

Первое: что нужно делать.

Второе: чего нельзя делать.

Насчет того, что важнее, могут быть разные мнения. Наверное, все-таки важнее второе. Ведь если сделаешь что-то не то или не так, могут быть серьезные неприятности. Поэтому начнем с того, чего нельзя делать юному химику, когда он проводит опыты.

Нельзя быть небрежным. Разбрасывать что попало и где попало. Сорить и не убирать. Пачкать стол, пол и одежду. Родители потерпят, потерпят да и запретят всякие опыты. И будут, между прочим, правы.

Нельзя быть невнимательным. Прежде чем приступить к опыту, надо внимательно (и может быть, не один раз) прочитать его описание. И все, что нужно, обязательно приготовить заранее. Иначе можно попасть впросак. Например, начал делать опыт, прочел: теперь, мол, перелей жидкость в чистую посуду — а ее под рукой и нет. Пока найдешь посуду да помоешь, все, что должно было произойти в опыте, уже произошло. Но увидеть ничего не удалось, а значит, вся работа впустую.

Нельзя проявлять праздное любопытство. Одно дело — ставить опыты по описанию в книжке, другое — смешивать бездумно два вещества, чтобы посмотреть, что же из этого получится. Может получиться и что-нибудь непредвиденное, да еще, скажем, с таким скверным запахом, что домашние не посмотрят на это благосклонно. Так что не будем рисковать.

Нельзя быть расточительным. Когда ставишь опыты, ни к чему килограммы вещества. Или стакан вещества. Или даже столовая ложка. Вполне достаточно *грамма*, а то и *доли* грамма.

Нельзя быть рассеянным. Взял стакан для своих опытов — не ставь его обратно в кухонный шкаф. Даже безобидное химическое вещество, попав в рот, может оказаться опасным. Если ты насыпал в склянку вещество и собираешься хранить его для следующих опытов, обязательно сделай бумажную этикетку с надписью и приклей ее к склянке. Не то, не ровен час, перепутаешь стиральную соду с сахарной пудрой…

Нельзя проявлять неосторожность. Скажем, брать вещества прямо рукой: можно обжечься или испачкаться. Иногда тебе придется нагревать вещества — смотри не обожгись. Не наклоняйся над склянками, когда работаешь: брызги могут попасть в глаза. Следи за тем, чтобы не насажать пятен на одежду и на пол. Страшного в этом, конечно, ничего нет, но к чему лишние хлопоты?

И наконец, самое главное из того, чего нельзя юному химику: нельзя быть самоуверенным!

Будет время, когда ты сам, без подсказки, сможешь ставить интересные и замысловатые опыты. Но это случится не скоро. А пока — и здесь я не прошу, а настаиваю! — выполняй в точности и самым строгим образом все советы и наставления, которые встретятся в книжке. Может показаться, что ты и сам знаешь, как поступить дальше, но — не будь самоуверенным! Остановись! Прочти, подумай, только после этого приступай к делу. И пожалуйста, никакой самодеятельности. Надеюсь, что ты меня не подведешь.

Как ни скучно читать о запретах, а что поделаешь — надо. Но теперь, разделавшись с тем, чего нельзя, перейдем к тому, что нужно.

А нужно на первых порах совсем немного.

Нужно место, желательно постоянное, чтобы не выискивать в квартире то один, то другой уголок. Кстати, именно уголок лучше всего, если в нем достаточно света: дневного или электрического. В полумраке что за работа…

Нужен столик, накрытый клеенкой. На него хорошо бы поставить большую фотографическую ванночку: если что-то и прольется, все не на стол. А ванночку нетрудно вымыть под краном.

Нужен фартук, чтобы не пачкать одежду. Если у тебя чувствительная кожа, купи резиновые перчатки.

Нужен веник с совком. Если ты нечаянно разобьешь какую-нибудь склянку, не вздумай собирать осколки руками. Собери их

веником на совок и выкинь в мусорное ведро. А лужу на полу вытри влажной тряпкой и промой тряпку водой.

Нужна маленькая аптечка. Это не значит, будто с тобой непременно что-то случится. Напротив, я уверен, что ты будешь работать аккуратно и аптечкой ни разу не воспользуешься. Тем не менее (мало ли что бывает) имей, пожалуйста, под рукой пузырек йода или зеленки, бутылочку с перекисью водорода — на тот случай, если порежешься, — немного ваты, бинт или пластырь, а также какую-нибудь мазь от ожога.

Нужна полочка или шкафчик, где ты будешь хранить посуду и вещества для опытов отдельно от пищевых продуктов и кухонной посуды.

Нужны, наконец, эти самые вещества и посуда.

Не торопись бежать в магазин. Многое из того, что понадобится для начала, ты найдешь, не выходя из дому.

Настоящие химики пользуются тонкими пробирками, пузатыми колбами, высокими химическими стаканами. А химики-новички вполне могут обойтись стеклянными тубами с плоским донышком (например, из-под таблеток от кашля), пенициллиновыми флакончиками, майонезными баночками и чайными стаканами. Десятка склянок разного калибра на первое время вполне хватит. Запасись также воронкой (любого образца) и бельевой прищепкой — ею удобно переносить самодельные пробирки, то бишь флакончики. Не помешает и ершик, которым отмывают посуду (если грязные склянки после опыта выбрасывать — не напасешься). Размешивать жидкость в пузырьке удобнее всего стеклянной палочкой, а в стакане можно мешать и старой чайной ложкой. Старой для того, чтобы не портить новую.

Иногда вещества можно брать примерно, на глазок, и в первых главах этой книжки подобраны как раз такие опыты. Удобно работать с маленькой мерной ложкой, обычно пластмассовой, которую прикладывают иногда к сыпучим лекарствам. Но в общем-то можно обойтись и без нее, а взять несколько деревянных палочек, которыми едят мороженое, или еще одну (тоже старую) чайную ложку. На кончик такой палочки или ложки набери небольшую горку вещества — это и будет мерка.

Позже придется отмерять и более точно. Нелишне будет раздобыть или купить в аптеке рюмочку с делениями — ее называют еще мензуркой. А может быть, и простенькие весы — такие, как продают в фотомагазинах. Гирями могут служить копеечные монеты: они весят ровно один грамм.

Пожалуй, вот и все. С таким набором можно смело открывать свою домашнюю лабораторию.

Но как же вещества — те самые, которые будут чудесным образом превращаться? Для этого, наверное, нужно что-то особенное, редкое…

Ничего подобного. Постараемся обойтись только тем, что доступно каждому юному химику. Тем, что есть дома или в ближайшей аптеке. Или в хозяйственном магазине. Или в магазине, где продают разные товары для фотолюбителей. И что стоит совсем недорого, сущие копейки. А что это за вещества и где их можно взять или купить, я скажу тебе позже, когда то или иное вещество понадобится нам по ходу опытов.

Этикетки, которыми нужно помечать склянки и коробочки с веществами, проще всего вырезать из белой бумаги и, сделав требуемую надпись, приклеить прозрачной липкой лентой. Не пожалей ленты, пусть она закроет листок бумаги полностью — тогда надпись не сотрется. А еще можно воспользоваться аптечным пластырем. Он хорошо приклеивается к стеклу, а на его нелипкой стороне удобно писать шариковой ручкой.

Наверное, было бы лучше всего делать опыты подряд, в том порядке, в котором они расположены в книжке, но это не обязательно. Если ты захочешь пропустить опыт-другой и перейти сразу к третьему, никто возражать не станет. Более того, если опыты в какой-то главе тебе покажутся неинтересными, можешь пропустить ее целиком (только прочти ее все же, чтобы ясно было, о чем там речь: вдруг пригодится). А можешь, к примеру, сначала сделать опыты из четвертой главы, а потом из третьей. Если тебе так удобнее — недаром книжка называется «Чудеса на выбор». Какое химическое чудо тебе любопытнее, то и выбирай. Но если ты не захочешь чему-либо отдать предпочтение, то и выбор у тебя будет самый богатый.

Ну, довольно предисловий. Обо всем договорились, пора браться за дело.

Глава первая. Чудеса для разминки

Для начала — химическая разминка. Без тренировки чудеса ни у кого не получаются. Так что будем учиться, практиковаться, набивать себе руку на самых простых превращениях. А дальше, когда дело пойдет на лад, возьмемся и за что-нибудь посерьезнее.

Если чего-нибудь не раздобудешь, неважно. Пропусти опыт и переходи к следующему. Но описание пропущенного опыта прочитай: когда-нибудь, при удобном случае, к нему можно и вернуться.

Для первого опыта нужны два вещества, которые, наверное, найдутся дома: пищевая сода (химики называют ее бикарбонатом или гидрокарбонатом натрия) и уксус. Налей в стакан воды на треть, добавь несколько капель уксуса, а потом набери примерно четверть чайной ложки соды и высыпь ее в стакан. Смесь сразу же запузырится, как будто вскипит. Так и должно быть: из раствора выделяется углекислый газ, тот самый, что в лимонаде и в газированной воде.

Теперь чуть изменим опыт: соду в раствор уксуса не высыпай, а опускай прямо в ложке и сразу размешивай. Вот теперь кипение так кипение — жидкость в стакане бурлит и клокочет.

Чудесам для разминки требуются:

Пищевая сода (бикарбонат, гидрокарбонат натрия), уксус (раствор уксусной кислоты), крахмал, минеральная вода (или лимонад), лимонная кислота	**из продовольственного магазина или из домашних запасов;**
Кальцинированная сода (стиральная сода, карбонат натрия)	**из хозяйственного магазина;**
Иод (настойка иода), перманганат калия («марганцовка»), фенолфталеин, хлорид кальция, нашатырный спирт (водный раствор аммиака), перекись водорода (пероксид водорода)	**из аптеки;**
Сульфит натрия, гипосульфит (тиосульфат натрия)	**Из магазина фототоваров.**

Давай испробуем и третий вариант. Приготовь чистую стеклянную пластинку или кафельную плитку, положи ее на стол и капни в середину немного воды, чтобы получилась небольшая лужица. В двух пузырьках приготовь по отдельности два раствора: все той же пищевой соды (немного порошка разболтай в воде) и уксуса (капни в пузырек с водой несколько капель). Из растворов соды и уксуса устрой еще две лужицы, по бокам от первой — той, что из чистой воды. А теперь возьми палочку или пластмассовую соломинку и аккуратно, чтобы случайно не перемешать жидкости, соедини крайние лужицы со средней каналами.

Что будет дальше, ты, конечно, уже догадался: будет выделяться углекислый газ. Но где же он?

Имей терпение. Один раствор слева, другой — справа, и нужно время, чтобы они встретились. А как только они встретятся, то примерно посередине, на границе между областью соды и областью уксуса, появятся пузырьки.

Сделав первый химический опыт (может быть, первый в жизни), не мешает передохнуть и поразмыслить. Давай подумаем о том, отчего сода и уксус взаимодействуют друг с другом то бурно, а то лениво, не торопясь.

Все вещества состоят из *молекул* — это тебе, надо полагать, известно. Углекислый газ в нашем опыте выделяется, как только молекулы соды и молекулы уксуса соприкоснутся. Когда ты всыпал соду в раствор уксуса, она тоже стала растворяться в воде и ее молекулы начали сталкиваться с молекулами уксуса. Говорят, что началась *реакция* — этим словом химики называют превращения веществ, их взаимодействие. Запомни его, пожалуйста, оно еще не раз встретится, и не только в этой книжке.

А потом ты принялся размешивать содержимое стакана. И конечно, помог большему числу молекул соды и уксуса встретиться, столкнуться, соединиться. При этом интенсивно высвобождались молекулы углекислого газа — и жидкость словно вскипела.

В третьем же опыте, с лужицами на стекле, мы все сделали наоборот: разделили молекулы, помешали им сразу встретиться. Однако вспомни, как распространяется по квартире запах варенья или духов — пройдет некоторое время, пока их молекулы достигнут, наконец, твоего носа и ты ощутишь приятный аромат. Вот так же неспешно двигались в воде многочисленные молекулы соды и уксуса, а когда встретились посередине лужицы, то сообщили об этом пузырьками…

Опыт совсем простой, а объяснения долгие. Дальше будет большей частью наоборот. Но здесь, на нехитром примере, ты узнал сразу немало нового: что такое *химическая реакция*, с чего она начинается (помнишь — со встречи молекул), как эту встречу ускорить или замедлить. На всякий случай добавлю, что очень часто для ускорения реакции, для ее усиления вещества нагревают. По мере нагрева молекулы движутся все быстрее и быстрее, поэтому им еще легче, даже без нашей помощи, найти друг друга и вступить в реакцию.

И последнее замечание, прежде чем мы перейдем к следующим опытам. Все, что происходит в колбах, стаканах и пузырьках, химики умеют сокращенно записывать в виде формул и уравнений. В нашем случае они бы написали так:

$NaHCO_3 + CH_3COOH = CH_3COONa + H_2O + CO_2$.

Но для тех, кто еще химии не знает, такая запись — как ребус без отгадки. Поэтому там, где нужно, будем описывать реакцию полностью, словами. В нашем случае так: при реакции соды с уксусной кислотой образуются ацетат натрия, вода и углекислый газ. Объяснение долгое, но означает оно то же самое, что написано в уравнении.

Продолжаем разминку. Проведем несколько красивых опытов один за другим и без особых объяснений. Но сначала купи в аптеке пузырек настойки йода, пачку фенолфталеина и пипетку. Да, пожалуй, еще, чтобы лишний раз не ходить, по флакончику нашатырного спирта и хлорида кальция. Все это стоит буквально копейки. Флакончики поставь на место, а таблетки фенолфталеина растолки в порошок, всыпь в стакан и налей в него на два-три пальца воды. Размешай как следует, дай постоять и перелей жидкость без осадка в чистый пузырек. Чтобы не спутать, приклей к пузырьку, как мы договорились, этикетку с такой надписью: «Раствор фенолфталеина».

В два чистых стакана налей воды из-под крана — не больше, чем на треть высоты. В первый стакан капни пипеткой две-три капли раствора фенолфталеина, во второй — насыпь полчайной ложки кальцинированной (стиральной) соды и размешай. Обе жидкости совершенно прозрачны. Но как только ты перельешь жидкость из одного стакана в другой, смесь станет малиновокрасной. Выглядит совсем как фокус. А химики очень часто используют эту реакцию. Она помогает им сразу распознать вещества — наподобие тех, что находятся в растворе стиральной соды. Таких веществ есть немало; их общее имя — *основания*.

Давай теперь обесцветим красную жидкость из предыдущего опыта. А сделать это проще простого. У оснований есть противники, с которыми они не могут ужиться вместе: это *кислоты*. В том числе и уксусная кислота. Несколько чайных ложек уксуса, добавленных к малиновому раствору, сделают его опять бесцветным. А попутно вырвется на свободу углекислый газ (как и в опытах с пищевой содой).

Это свойство — вступать в реакцию с основаниями — присуще всем кислотам, не одной только уксусной. Можешь взять вместо нее, скажем, лимонную кислоту, растворив несколько крупинок в воде; результат будет тот же.

А есть ли у нас еще какое-нибудь вещество, которое окрашивало бы фенолфталеин в красный цвет? Есть: нашатырный спирт. Капни несколько капель в пузырек или стакан, разведи водой, добавь фенолфталеина — жидкость и покраснеет. Налей немного кислоты — окраска исчезнет. Только не бери нашатырного спирта помногу: у него резкий, неприятный запах.

Такие вещества, как фенолфталеин, называют *индикаторами*. Это латинское слово означает «указатель»; иными словами, вещество указывает, есть ли в растворе основание или кислота. Индикатором может служить, например, отвар свеклы: в присутствии кислоты он становится более ярким. Теперь ты понимаешь, зачем в борщ иногда добавляют немного кислоты? Правильно, чтобы он в тарелках выглядел красиво.

И в листьях краснокочанной капусты есть подобные вещества. Прокипяти немного такой капусты в кастрюльке с водой и перелей отвар в стакан. В другой стакан капни на дно несколько капель нашатырного спирта. А теперь добавь туда капустного отвара. Он из сине-красного сразу станет зеленоватым: так капуста реагирует на основание. Добавь немного кислоты и посмотри, что из этого выйдет.

Если есть охота, можешь проверить индикаторные способности других цветных отваров. Например, из свежих или сушеных ягод черники, ежевики, малины, смородины. Или из

ярко окрашенных фруктов — темной сливы, граната, вишни. А также из некоторых цветочных лепестков: ириса, фиалки, пиона.

Удобнее всего пропитать отваром ягод и лепестков узкие полоски белой бумаги и при необходимости погружать эти полоски в испытуемый раствор. Химики очень часто пользуются именно такой заранее пропитанной и высушенной бумагой (она называется *индикаторной*).

Если, например, отвар темнокрасных лепестков пиона сам по себе имеет фиолетовый цвет, то индикаторная бумага, пропитанная таким отваром, в растворах кислот становится красной, а в растворах оснований — сначала синей, а потом желтой.

Возможно, красящие вещества некоторых растений будут очень плохо переходить в горячую воду, и яркого отвара из них не удастся приготовить. Тогда ДРУГУЮ порцию ягод или лепестков можно залить небольшим количеством одеколона или ацетона; они-то наверняка растворят красящие вещества. Но помни, пожалуйста: эти жидкости легко загораются, поэтому, работая с ними, обязательно следи, чтобы рядом никто не зажег спичку, не включил газ.

А еще индикатор можно приготовить из соков, разбавленных водою, или из компотов. Чтобы пропитать несколько десятков бумажных полосок, хватит половины стакана компота, так что вряд ли тебя кто-нибудь упрекнет в расточительности. А работают «компотные» кислотно-щелочные индикаторы очень неплохо. Например, индикатор из черносмородинового компота в растворе кислоты будет отчетливо красным, в растворе основания — явно синим…

Впрочем, не станем тебе подсказывать. Ты и сам сможешь уже испытать самодельные индикаторы и выяснить, как они ведут себя при разных обстоятельствах. Но, пожалуйста, не доверяй все своей памяти: запиши непременно, как меняется цвет, когда твой самодельный индикатор встречается с кислотой или с основанием. Я бы советовал тебе сделать табличку (так удобнее), но можешь записывать подряд на листе бумаги. Потом эти записи тебе наверняка пригодятся, потому что индикаторы очень часто бывают нужны для химических опытов. И в этой книжке ты встретишься с ними еще не раз.

А пока попробуй проверить, какие свойства — кислоты или основания — у различных пищевых продуктов. Для опыта возьми молоко, кефир, лимонад, минеральную воду, бульон и т. п. Чтобы не переводить впустую продукты, отлей немного жидкости в пузырек и опускай туда пропитанные заранее индикатором бумажные полоски.

Испытай на кислотность и другие вещества. Например, раствор какого-нибудь отбеливающего средства или препарата для чистки раковин. Ты увидишь, что иногда такие средства показывают реакцию, характерную для кислот, иногда — для оснований. Это не случайно: ведь от кислотности зависит чистящая и моющая способность. Поэтому химики и инженеры, разрабатывая каждый новый препарат, заранее подбирают для него наилучшее соотношение кислот и оснований.

Да, вот еще что: после некоторой тренировки все эти опыты с индикаторами ты, если захочешь, можешь показывать своим товарищам как фокусы. Подумай сам, какие заклинания сказать, чтобы фокус оставил неизгладимое впечатление. Надеюсь, ты догадаешься упомянуть заранее о «превращении воды в кровь» или о чем-нибудь подобном. В конце концов даже эти несложные подготовительные химические превращения мы тоже можем считать чудесами…

На первый случай готов подсказать тебе, как поставить фокус с «водой» и «кровью», хотя, если бы ты сам придумал что-то свое, было бы еще лучше. Вот мой совет. Оклей стеклянную банку цветной бумагой и, если хочешь, нарисуй на ней какие-нибудь таинственные знаки. Приготовь несколько чистых стаканов. Вообще-то достаточно трех, но, чтобы зрители думали, будто фокус очень сложен, лучше взять пять-шесть стаканов. В один стакан добавь несколько капель любой кислоты и как-нибудь его пометь, чтобы сразу можно было отличить этот стакан от остальных. В другой стакан насыпь немножко стиральной соды, залей ее водой и размешай. В третий стакан, понятное дело, капни немного раствора фенолфталеина. В банку налей самую обычную воду.

Теперь сам фокус. Скажи зрителям, что в банке чистая вода, и, чтобы показать, что это правда, отпей для убедительности глоток-другой. Потом наполни все стаканы водой из банки: вода останется прозрачной. Затем воду из всех стаканов (кроме того, конечно, в котором кислота) влей обратно в банку. Жидкость в ней станет красной. Зрители убедятся в этом, если вылить ее в пустые стаканы: «вода» превратилась в «кровь»!

Вновь слей содержимое всех стаканов в банку — именно всех, включая стакан с кислотой. Жидкость, как ты понимаешь, обесцветится. Разлей ее по стаканам и покажи зрителям: «кровь» стала «водой». Не забудь, конечно, про заклинания. Но помни: теперь эту «воду» пить ни в коем случае нельзя!

Переходим к йодной настойке, которую мы недавно покупали в аптеке. Простоты ради эту настойку часто называют просто йодом, что коротко, хотя и неточно, потому что в ней, кроме

йода, есть и другие вещества. Но для нас важен именно йод.

Итак, отлей немного йодной настойки в чистый флакончик и разбавь примерно таким же количеством воды. Теперь достань картофелину, разрежь ее ножом и на свежий срез капни из пипетки каплю разбавленной настойки. Картошка на глазах посинеет.

Но картофель, как и почти всякая другая пища, состоит из многих веществ. Какое же из них синеет под действием йода?

Синеет крахмал. Его, кстати, обычно и делают из картофеля (хотя иногда из кукурузы или риса). Дома, пожалуй, найдется немного крахмала (любого). Чайную ложку крахмала разболтай в половине стакана холодной воды — получится что-то вроде молока. Капни несколько капель йода, и «молоко» поголубеет.

Разумеется, это прекрасная основа для еще одного фокуса, только надо заранее капнуть йод в другой стакан и дать ему высохнуть. Если потом вылить туда «молоко», предварительно «приказав» ему посинеть, оно немедленно «послушается»…

Сложное вещество, которое образуется при соединении йода с крахмалом, довольно неустойчиво, и окраска вскоре исчезает. Этот процесс можно еще ускорить. В фотомагазинах продают сульфит натрия; купи один пакетик. А если его не окажется, то сгодится содержимое большого патрона обычного проявителя для фотопленок — в нем находится то же вещество, только с добавками, которые нам не помешают. Раствори немного сульфита натрия в воде. Снова разрежь картофелину, капни на нее, как и прежде, разбавленную йодную настойку и, полюбовавшись синевой, капни на то же место раствор сульфита натрия. Окраска сразу же исчезнет. (Остаток сульфита натрия не выбрасывай — пригодится.)

А вот еще способ, как избавиться от синевы. Четверть чайной ложки крахмала залей половиной стакана холодной воды, размешай и подогрей в кастрюльке, время от времени помешивая. У тебя получится жидкий клейстер. Остуди его и добавь несколько капель йода, чтобы крахмальная жидкость стала синей. Тем временем в другой стакан налей воды до половины и насыпь немного стиральной соды. Теперь влей туда, не торопясь, синий крахмальный раствор — его окраска на глазах исчезнет. Но если лить и дальше, то окраска вновь появится и будет становиться все ярче.

В фотомагазине продают еще одно вещество, которое называют по-разному: тиосульфат натрия, гипосульфит. Это вещество тоже реагирует с йодом, причем очень наглядно. Налей в стакан воды до половины и добавь несколько капель йода, чтобы получился раствор, по цвету похожий на чай. А теперь

набери деревянной палочкой или чайной ложкой немного тиосульфата, высыпь его в этот «чай». И размешай ложечкой. «Чай» тут же превратится в «воду». Тоже, кстати, неплохо для фокуса…

Не надоела разминка? Тогда продолжаем. Займемся вплотную углекислым газом. Тем более что до сих пор мы имели дело только с жидкостями и порошками, а всякий настоящий химик должен уметь обращаться и с газами.

Углекислый газ мы добудем хотя бы из бутылки с минеральной водой (или лимонадом). Надо только, чтобы он не разлетелся во все стороны, а попал, куда ему следует. Лучше всего поступить так: в пробке (корковой или пластмассовой) проделать отверстие, плотно вставить в него стеклянную трубку, на нее надеть резиновую трубку, в другой конец резиновой трубки вставить еще одну трубку (хотя бы от пипетки), и ее направить, куда требуется. Но можно на скорую руку приготовить устройство и попроще: взять немного теста (посоветуйся с мамой или с бабушкой) и любую гибкую трубочку. Как только откроешь бутылку, вставляй в нее трубочку и быстро замазывай горлышко тестом. Газу некуда больше деваться, как только идти в трубку…

А выпускать углекислый газ мы будем в известковую воду. Попроси на стройке совсем немного, буквально несколько граммов, гашеной извести — наверное, тебе не откажут. Измельчи ее как следует и положи половину чайной ложки извести в стакан. Залей горячей водой до середины стакана, размешай и дай постоять с полчаса; внизу останется осадок, сверху будет прозрачный раствор, который называют известковой водой. Аккуратно, по стенке, чтобы не поднять со дна стакана белый осадок, слей ее в другой стакан.

Если ты не достанешь гашеную известь, вот рецепт для ее самостоятельного приготовления: разбавь водой аптечный раствор хлорида кальция и добавляй по каплям нашатырный спирт, пока не появится обильная белая муть. И в этом случае дай жидкости отстояться. Прозрачный раствор, который ты перельешь в другой стакан, окажется той же самой известковой водой.

Теперь возьми бутылку с лимонадом или другим шипучим напитком, открой и сразу вставь в горлышко пробку с трубкой или замажь трубку тестом. Другой конец трубки опусти в стакан с прозрачной известковой водой. Из лимонада побегут пузырьки углекислого газа. Если они бегут медленно, поставь бутылку в теплую воду. Эти пузырьки, попадая в известковую воду, делают ее мутной, белесой, словно молоко. На самом деле здесь образуется вещество, которое химики называют карбонатом кальция. Его знает каждый школьник. И ты с ним не раз имел

дело. Потому что карбонат кальция — это самый обычный мел. И понятно, что мелкие его частицы делают воду похожей на молоко.

Но не торопись прекращать опыт! Пожертвуй на науку еще одну бутылку лимонада (тем более что после опыта его можно и выпить, хотя, увы, он будет почти без пузырьков). Вновь быстро закрой бутылку пробкой или тестом и продолжай пропускать углекислый газ через известковую воду. Пройдет не так уж много времени, и раствор опять станет прозрачным! Это углекислый газ вступил в реакцию с только что образовавшимся мелом и появилось новое вещество — гидрокарбонат кальция. Оно, в отличие от мела, хорошо растворяется в воде.

Углекислый газ для таких опытов можно получить и без лимонада. Вообще без всяких устройств и приборов. С помощью твоих собственных легких.

Ты наверняка знаешь, что воздух, который мы выдыхаем, содержит много углекислого газа. А если так, то, значит, и от него должна мутнеть известковая вода. Давай проверим.

Известковую воду придется приготовить заново (она не может стоять долго — помутнеет сама по себе). Когда она отстоится, слей, как и прежде, прозрачный раствор в чистый стакан.

Каким бы способом ты ни получил известковую воду, налей ее в небольшой аптечный флакончик (или в пробирку, если она у тебя есть), вставь стеклянную трубочку или соломинку и подуй в нее несколько раз, стараясь дышать поглубже. Вода замутится, а это верный признак того, что в воздухе, который ты выдыхаешь, есть углекислый газ. Если хочешь, дай подышать в трубочку и приятелям, только не забывай перед каждым опытом менять мутную известковую воду на прозрачную.

Такой опыт можно сделать и цветным, чтобы, к примеру, показывать фокус. Дело в том, что известковая вода, как и стиральная сода, окрашивается фенолфталеином в красный цвет. А когда содержащаяся в ней гашеная известь превращается в мел, фенолфталеин на нее больше не действует, и окраска исчезает.

Догадался, как будет выглядеть опыт?

Вот так: в свежую известковую воду добавим несколько капель раствора фенолфталеина, нальем красный раствор в пробирку или пузырек и подуем через трубку. Красное станет белесым.

А вот вариант этого опыта: немножко стиральной соды, буквально на кончике ложки, насыпь в пузырек, залей (но не доверху) водой, капни 2–3 капли фенолфталеина. А потом подуй в розовый раствор. Окраска и на этот раз пропадет, только жидкость будет не мутной, а прозрачной.

Разминка подходит к концу, еще немного — и примемся с

тобой за чудеса посерьезнее. Какое бы химическое упражнение сделать напоследок? Давай вот это — с «марганцовкой»[1] из аптечки. Если ты внимательно прочитаешь, что написано на этикетке, то узнаешь, что полное химическое имя этого вещества — перманганат калия. Почти черные крупинки перманганата, растворяясь в воде, дают яркий фиолетово-красный раствор. Совсем малое количество вещества, буквально щепотка, может окрасить много литров воды. Брось несколько крупинок в стакан, залей водой и размешай.

Вылей половину раствора в раковину и долей стакан водой доверху (старайся выливать так, чтобы не запачкать раковину, иначе потом ее придется долго отмывать). Опять отлей половину стакана и долей воды. И так — еще десять, даже двадцать раз. Цвет будет постепенно бледнеть, но очень долго он останется розовым, хотя, кажется, при таком разбавлении там, в воде, и нет уже почти «марганцовки».

У тебя, конечно, остался от предыдущих опытов сульфит натрия — тот, что из фотомагазина. Немножко сульфита — скажем, четверть чайной ложки или даже меньше — растворим в пузырьке с водой. А в три других пузырька налей, но не доверху, растворы перманганата калия. В первом раствор пусть будет темно-фиолетовым. Во втором пузырьке раствор надо разбавить посильнее, чтобы он стал розово-красным. А в третьем — еще сильнее, до бледно-розового цвета.

Когда закончишь эти приготовления, добавь во все три пузырька раствор сульфита натрия, приготовленный с самого начала. Бледно-розовая жидкость станет почти бесцветной, розово-красная — бурой. А там, где был фиолетовый раствор, появятся густые бурые хлопья. Это из «марганцовки» образовалось вещество, которое называют диоксидом (или двуокисью) марганца. То же вещество и оставляет бурый налет на раковине, если вовремя не смыть его проточной водой. Трешь его, трешь — а ему хоть бы что…

Если испачкал химически, то химически надо и отчищать. Попробуй добавить в склянку с побуревшим раствором аптечную перекись водорода и несколько капель уксуса (или несколько щепоток лимонной кислоты). Посмотри, что произойдет с окраской.

Теперь ты знаешь рецепт на тот случай, если нечаянно испачкаешь раковину «марганцовкой»: добавь к перекиси водорода немного кислоты, смочи этим раствором тряпочку и протри раковину разок-другой. А потом смой чистой водой, и раковина вновь станет белой. Можно обойтись и одной лимонной кислотой, без перекиси, но тогда тереть придется дольше и

сильнее.

В молекулах перманганата калия много кислорода, того самого кислорода, который всем нам необходим для дыхания. И в подходящих условиях молекулы отдают лишний кислород. Тогда говорят, что они *окисляют* какое-нибудь вещество. В нашем недавнем опыте перманганат калия окислял сульфат натрия. А вообще-то про него говорят, что он сильный окислитель: может отдавать кислород разным веществам. И при этом так изменять их, что они из вредных становятся безвредными. Поэтому-то «марганцовку» и держат в аптечках: она обеззараживает ранки, уничтожает многих опасных микробов. Каким образом? Да окислением!

Проверим-ка эти свойства на таком нехитром опыте. В один пузырек налей чистую свежую воду, в другой — долго стоявшую воду, а еще лучше из болотца или старой лужи. В оба пузырькц добавь немного окислителя — розовый раствор перманганата калия. В чистой воде он и останется розовым. А в воде из лужи обесцветится. В стоячей воде скапливаются, особенно в теплую погоду, многие малополезные вещества. «Марганцовка» их окисляет, разрушает, а сама при этом обесцвечивается.

Кстати, опытные туристы берут с собой в поход немного «марганцовки». Даже если после кипячения вода вызывает сомнение — можно ли ее пить? — то несколько крупинок этого вещества сделают ее вполне безопасной. Только не стоит класть много «марганцовки»: бледно-розовый раствор — то, что надо.

Чудеса для разминки на этом заканчиваются. Надо полагать, ты потренировался, набрался опыта, понял, что многое тебе под силу. А может быть, и узнал кое-что полезное. С таким багажом смело можно двигаться дальше.

За какие чудеса примемся? Да за какие хочешь. На выбор!

Журнал наблюдений

Глава вторая. Разноцветные чудеса

Может быть, тебе потому предлагают чудеса поярче, что ты еще маленький? Чудеса для забавы? Ничего подобного. И умудренные опытом химики очень часто вытворяют такие цветные фантазии в своих колбах — залюбуешься! И не ради забавы, а для дела. Есть даже специальное название — «цветные реакции», его можно встретить в самых серьезных химических книгах.

Чудеса красивые и серьезные одновременно — это как раз то, что нам с тобой нужно!

Индикаторы, принимая то один, то другой цвет, помогали нам отличить кислоту от основания. Например, уксус от нашатырного спирта. Но часто этого недостаточно. Как, скажем, отличить одну кислоту от другой? Для этой очень важной цели химики придумали и проверили множество реакций, пожалуй, для всех мало-мальски распространенных веществ. Такие реакции всегда чем-нибудь приметны, они позволяют по какому-либо признаку сразу и безошибочно определить то или иное вещество. Этим признаком очень часто служит окраска.

С одной цветной реакцией, помогающей опознать одно распространенное вещество, ты уже знаком: крахмал, который содержится во многих растениях, синеет в присутствии крошечной добавки, даже следов йода. К сожалению, это редкий случай, а для большинства *химических анализов* нужны вещества, которые тебе, пожалуй, нигде не купить. Но, впрочем, кое-что можно придумать…

Вот, скажем, аммиак, водный раствор которого, нашатырный спирт, ты уже покупал в аптеке. Как узнать аммиак? Во-первых, по запаху: один раз понюхаешь — навсегда запомнишь. Да только не всегда удобно нюхать (а иногда и просто невозможно). Тогда — цветная реакция.

Для разноцветных чудес требуются:

Нашатырный спирт, хлорид кальция, активированный уголь, йодная настойка, фенолфталеин, сульфат магния (горькая соль, английская соль), хлорид кальция, хлорид калия, оксид цинка, борная кислота	из аптеки;
Медный купорос, нашатырь (хлорид аммония), бензин, изопропиловый спирт (ИПС), стиральная (кальцинированная) сода	из хозяйственного магазина;
Силикатный клей (раствор силиката натрия), чернила, гуашь	из магазина канцтоваров;
Поваренная соль, (хлорид натрия), водка (раствор спирта, чуть-чуть), кукурузные палочки	из продовольственного магазина или из домашних запасов.

Брось в стакан или в склянку с водой несколько крупинок медного купороса и размешай как следует. Раствор должен быть бледно-голубым; если же он окажется темным, разведи его водой. В эту бледно-голубую жидкость влей немного нашатырного спирта. Раствор тотчас станет ярко-синим. Это аммиак, соединившись с медным купоросом, образовал такое яркое вещество. И выдал себя с головой.

Другая реакция — тоже с медным купоросом. Приготовь в стакане раствор, но не такой бледный, как раньше, а яркосиний (то есть возьми побольше медного купороса). Положи в него ненужные железные предметы — хотя бы старые гвозди или шурупы, только не ржавые. И займись какими-нибудь другими делами, впрочем, поглядывая иногда на раствор с гвоздями. Некоторое время спустя ты заметишь, что раствор из синего стал зеленым. А когда вынешь из него гвозди (но только не пальцами, а пинцетом или хотя бы бельевой прищепкой — это общее правило на все химические случаи), то увидишь, что они стали медно-красными.

Когда гвозди лежали в медном купоросе, железо постепенно вытесняло из него медь и становилось на ее место. В результате получился зеленый железный купорос. А куда было деваться вытесненной меди? Разве что оседать прямо на гвозде. Что она и делала, покрыв гвоздь красной медной пленкой.

Чтобы распознать некоторые вещества, химики испытывают их огнем. Хитрость тут в том, что многие простые вещества, которые входят в состав сложных веществ (например, медь — в медный купорос, кальций — в хлорид кальция), обладают свойством окрашивать пламя.

Причем не в один и тот же цвет, а в самые разные цвета.

Если дома есть спиртовка, можешь ею воспользоваться. А можешь взять свечку. Но в любом случае делай опыт только при

взрослых — с огнем шутки плохи! И будь внимателен: рядом не должно быть бумаги, тряпок и любых других вещей, которые легко загораются.

Найди мягкую проволочку, лучше всего нихромовую — из этой проволоки делают спирали электрических плиток, утюгов и т. п. Конечно, плитку или утюг ломать для этого не надо; вполне сгодится и перегоревшая спираль из старого электрического прибора. В крайнем случае купи самую дешевую спираль в магазине электротоваров.

Не очень длинный кусок спирали распрями и закрепи в какой-нибудь держалке: например, намотай один конец проволоки на карандаш или зажми в бельевой прищепке. На другом конце сделай маленькую петельку диаметром не больше, чем полсантиметра. Нагрей петельку на огне и опусти ее в стакан с чистой водой — это нужно для того, чтобы проволочка стала чистой, без загрязнений, которые могут исказить всю картину. Сделай так несколько раз, пока пламя не перестанет менять цвета при внесении проволочки.

Возьми немножко поваренной соли — той самой, что в солонке; ее химическое имя — хлорид натрия. Смешай соль с равным количеством нашатыря (хлорида аммония). Не спутай, пожалуйста, нашатырь с нашатырным спиртом: первый — белый порошок, употребляемый при пайке, поэтому его продают в хозяйственных магазинах; второй — жидкость с резким запахом. В нашем опыте, как и при пайке, нашатырь очищает проволоку и помогает соли быстро улетучиваться.

В смесь соли и нашатыря капни две-три капли воды, обмакни проволочную петельку и внеси в пламя. Оно сразу станет ярко-желтым. Так оно реагирует на натрий. Честно говоря, натрий даже в малых количествах заставляет пламя желтеть, и особых приготовлений к этому опыту можно было бы и не делать: достаточно просто «посолить» пламя. Но во всех остальных случаях тщательная подготовка очень желательна: не все вещества действуют на пламя столь же энергично.

Следующим веществом может быть хлорид кальция. Если у тебя есть порошок, поступи с ним так же, как описано выше. Если жидкость, обмакни очищенную петельку прямо в нее. Кальций окрашивает пламя в ярко-красный цвет, но беда в том, что такие вещества редко обходятся без примесей натрия, и в результате желтая окраска подавляет характерную красную. Поэтому хорошо бы запастись синим стеклышком (или голубыми солнечными очками) и глядеть на пламя через него: синее стекло задерживает желтые лучи. Это, кстати, полезно и при разглядывании пламени с другими веществами — и в них не исключена примесь

соединений натрия.

Тот же опыт, не забывая каждый раз очищать проволоку огнем и водой, повтори с медным купоросом и с тремя веществами, которые ты сможешь купить в аптеке: с хлоридом калия, оксидом цинка и борной кислотой (эта кислота твердая, ее продают в виде порошка). Погляди и запиши на всякий случай, как изменяют цвет пламени вещества, в состав которых входят калий, цинк и бор. И в этих опытах, если пламя окажется желтым из-за примеси натрия, возьми голубой фильтр.

Займемся чудесами иного рода. Если раньше у вас появлялась окраска, то теперь она будет исчезать.

В пузырек с водой капни чуть-чуть синих чернил для авторучки, чтобы раствор был бледно-голубым. В тот же пузырек положи растолченную таблетку активированного угля. Закрой горлышко пальцем и взболтай смесь. Она посветлеет на глазах. Дело в том, что такой уголь буквально впитывает своей поверхностью молекулы красителя, извлекая их из воды. А когда окрашенное вещество поглощено углем, его, понятное дело, уже не видно.

Попробуй поставить тот же опыт с другими красящимц веществами, например с чернилами разных цветов и с гуашевыми красками (но во всех случаях бери сильно разбавленные растворы).

Ты убедишься, что уголь способен поглощать многие вещества.

Такая способность присуща не одному только углю. Некоторые глины так и называют — отбеливающими. Влажный порошок мела тоже впитывает в себя краски (и поэтому мелом чистят иногда разные загрязненные предметы). Можешь испытать, как впитывают, поглощают красящие вещества клочки промокательной бумаги, лоскутки старой ткани, почва из цветочного горшка. Или, скажем, кукурузные палочки. Если несколько палочек положить в банку, в которую ты капнешь заранее пипеткой каплю одеколона, а потом закрыть банку крышкой, то минут через десять, открыв крышку, ты не почувствуешь уже запаха: его поглотило пористое вещество, из которого состоят кукурузные палочки. Такое поглощение — цвета ли, запаха ли — химики называют *адсорбцией*.

Вернемся к цвету, который у нас появлялся, менялся и исчезал. Сейчас он будет переходить от одного вещества к другому.

В пробирку или пузырек налей примерно на треть воды и добавь с десяток капель йодной настойки, чтобы получился не очень темный, буроватый раствор. Поверх раствора налей столько

же бензина (возможно, в вашем семейном хозяйстве он есть, а если нет, придется сходить в хозяйственный магазин).

Проводя этот опыт, а также любой иной, в котором будут участвовать бензин и другие горючие вещества, помни, что поблизости не должно быть огня — ни газовой горелки, ни даже спички!

Закрыв пузырек пробкой, встряхни как следует его содержимое и оставь в покое на несколько минут. Бензин легче воды, поэтому смесь расслоится: вода останется внизу, а бензин всплывет вверх — он с водой не смешивается. Но, пустившись в путь наверх, он прихватит с собою и йод, потому что йод в воде растворяется плохо, а в бензине хорошо. В результате нижний, водный, слой окажется почти бесцветным, бензиновый — темно-бурым.

Аккуратно, не перемешивая, слей верхний, бензиновый, слой в другой пузырек, закрой его пробкой и оставь в покое. Тем временем приготовь немного свежей меди — такой опыт ты ставил совсем недавно, погружая железные гвозди в раствор медного купороса. С гвоздя, покрасневшего в растворе, соскреби старой ложкой или какой-нибудь железкой налет только что осевшей меди. Когда наберется щепотка красного влажного порошка, всыпь его сразу же в пузырек с бензиновым раствором и опять закрой пробкой.

Теперь встряхни пузырек несколько раз и наблюдай за окраской раствора. Спустя минуту-другую она исчезнет или, по меньшей мере, станет почти незаметной. Это йод вступил в реакцию с медью, и при этом получилось бесцветное соединение — йодид меди.

Такой же опыт можно поставить и с кусочками медной фольги (она похожа на серебристую алюминиевую фольгу, в которую заворачивают шоколад, только красноватого цвета). Однако в этом случае реакция будет идти гораздо медленнее, и понадобится встряхивать раствор несколько минут, прежде чем окраска исчезнет.

То, что происходило в пузырьке с йодом, когда в него налили бензин, называется по-научному *экстракцией*. Это очень распространенный прием, и не только в химии. С помощью растворителей экстрагируют, извлекают масло из семян подсолнечника и ядрышек ореха. А когда экстракции подвергают кофейные зерна, то получают коричневую жидкость, из которой потом выпаривают воду, и остаток — пушистый порошок — раскладывают в банки с надписью «Растворимый кофе».

Поставим еще один опыт с экстракцией. На сей раз мы сделаем зеленое бесцветным, а бесцветное зеленым.

Источником зелени нам послужат свежие листья любого растения: от салата до крапивы. Для ускорения дела можно растереть лист-другой, но можно оставить их нетронутыми — как хочешь. Положи их в тонкостенный стакан (обязательно в тонкостенный: толстый, граненый, может лопнуть) и залей небольшим количеством разбавленного спирта. Можно взять, скажем, рюмку водки (такое ее применение — для химических опытов — самое, по-моему, правильное), а можно и одеколон: в нем тоже есть спирт. Ты уже догадался, наверное, что будет дальше. Но при комнатной температуре спирт будет зеленеть довольно долго. Поэтому поставь стакан в кастрюльку с горячей водой (химики называют ее *водяной баней),* причем желательно ставить стакан не прямо на дно, а на какой-нибудь деревянный кружок. Когда вода в кастрюльке остынет, пинцетом достань из стакана листики. Они обесцветились, а спирт стал изумрудно-зеленым. Знаешь, что мы извлекли из листьев? Хлорофилл, зеленый краситель, который помогает растениям «питаться» солнечной энергией.

Из этого опыта можно сделать два полезных вывода. Во-первых, если ты нечаянно запачкал коленки травой, то оттереть их можно спиртом или одеколоном. Во-вторых, для украшения тортов, пирогов и прочих домашних сладостей часто бывает нужен зеленый краситель, безвредный для человека. Теперь ты знаешь, как его приготовить. Спирт тут не повредит, ведь красителя потребуется несколько капель. Но если ты извлекаешь хлорофилл для употребления в пищу, то, пожалуйста, не бери одеколон и позаботься о том, чтобы листья были съедобные и не горькие — салата, шпината и т. п. А то получится крем с луковым запахом…

Экстракция, как ты, наверное, заметил, основана на том, что разные вещества растворяются по-разному. Вернемся к примеру с кофе, который, кстати, в холодной воде почти не растворяется. Цикорий растворяется намного лучше. Если в склянку с холодной водой бросить немного молотого кофе с цикорием, видно, что часть порошка плавает на поверхности (это кофе), а часть растворяется и опускается вниз, оставляя за собой коричневый след (это, понятное дело, цикорий).

На способности веществ по-разному растворяться в одной и той же жидкости основан любопытный и часто применяемый способ распознавания и разделения примесей. Этот способ называют *хроматографией*.

Надеюсь, у тебя сохранился еще раствор хлорофилла из зеленых листьев. Сейчас мы проверим, одно это вещество или смесь.

Достань из тетрадки чистую белую промокашку (строго говоря, и она имеет научное имя — *фильтровальная бумага)*. Положи ее на стекло или на кафельную плитку и в середину нанеси из пипетки каплю раствора хлорофилла. Подожди, пока пятно расплывется, и в середину капни каплю спирта (можно изопропилового, его применяют для чистки стекла и продают под названием ИПС). Когда капля впитается, капни следующую; и так несколько раз. Пятно будет становиться все больше и больше, и на нем четко заметны два разноцветных кольца: одно желтовато-зеленое, а другое серо-зеленое. Это две разновидности хлорофилла, обе они были в листьях, а теперь разделились на бумаге благодаря тому, что по-разному растворяются в спирте. Химики так и называют этот способ «бумажная хроматография»; они пользуются особой пористой бумагой, которую, как видишь, вполне можно заменить промокашкой.

А вот другой вариант хроматографии. Может быть, он окажется более доступным, поскольку растворителем будет служить просто чистая вода.

Вырежь из фильтровальной бумаги (то есть из промокашки) полоску шириною в один-два пальца и на одном из ее концов, примерно в сантиметре от края, проведи чернилами черточку. На другом конце полоски проткни отверстие, вставь в него палочку или карандаш и положи на края высокого стакана таким образом, чтобы полоска оказалась внутри стакана, но не задевала бы за стенки и чуть-чуть не доставала бы до дна. Очень осторожно, чтобы брызги не попали на бумажную полоску, налей по стенке стакана немного воды. Как только нижний край полоски окажется в воде, перестань лить воду и внимательно следи за тем, что будет дальше.

А будет вот что: вода станет подыматься вверх по бумаге. И пусть подымается, пока не дойдет почти до конца. Вот тогда вынь полоску из стакана и дай ей высохнуть. Ты увидишь на ней уже не одну, а несколько черточек разного цвета и на разной высоте. Это вода, которая служит растворителем в чернилах, так разогнала по бумаге разные красящие вещества.

Надо сказать, что чернила любого цвета редко делают из одного-единственного красителя: гораздо чаще из смеси. Так что можешь испытать в своем домашнем хроматографе синие, красные, зеленые и черные чернила, гуашевые краски, различные красители для окраски тканей (их продают в хозяйственных магазинах) да и любые другие окрашенные жидкости, включая сок и фруктовую воду.

Может случиться и так, что чистая вода плохо разделяет вещества. Тогда испытай другие варианты, тем более что опыт

несложен и не отнимет много времени. Попробуй вместо воды взять смесь равных количеств воды и уксуса — это будет кислый растворитель. Испытай и основной растворитель — две-три столовые ложки нашатырного спирта на стакан воды. Можно, конечно, взять спирт или изопропиловый спирт.

Для хроматографии используют не только бумагу. Несложные опыты можно ставить и с крахмалом. Две-три чайные ложки крахмала взболтай с небольшим количеством изопропилового спирта (ИПС) или одеколона, нанеси жидкую смесь на стекло и дай высохнуть. Потом на сухую пластинку капни одну каплю цветного вещества, дай подсохнуть, нанеси каплю спирта и последи, как расплывается пятно. Если это была смесь веществ, появятся окрашенные кольца. Попробуй разделить таким способом какие-нибудь жидкости из домашней аптечки — скажем, валерьяновые капли, микстуру от кашля или настойку календулы.

И последний вариант для домашнего использования — с крахмалом, насыпанным в длинную прозрачную трубку. Нижний конец трубки заткни ватой, насыпь слой крахмала высотою около 10 см. Влей сверху немного окрашенной жидкости (раствора хлорофилла, разбавленных чернил, сока и т. д.) и, когда она пропитает слой крахмала наполовину, добавь немного спирта или другого растворителя. На белом крахмале возникнут красивые разноцветные полосы. Попробуй сам подобрать разные окрашенные вещества и разные растворители. А чтобы в конце концов не запутаться, что же получилось в результате этих весьма серьезных опытов, запиши добытые тобою сведения в тетрадку (лучше в виде таблицы).

Вообще, должен сказать, ты уже справедливо считаешь себя юным химиком, а каждый уважающий себя химик ведет лабораторную тетрадь (или журнал), куда записывает свои наблюдения и результаты опытов. Пора и тебе завести такой лабораторный журнал. Записывай в него, что, когда и как ты делал, какие получил результаты, какие сделал для себя выводы. Все это займет буквально минуты, а пользы и пищи для размышлений даст немало. Иначе зачем бы взрослые экспериментаторы тратили время на записи в журналах?

После такого серьезного дела позволим себе немного передохнуть и предпримем несколько разноцветных чудес просто для забавы. Для них надо будет запастись стеклом, только не обычным, оконным, а жидким. Есть такое вещество — силикат натрия, его раствор в воде, густой и липучий, называют жидким стеклом. Его часто применяют в строительстве; впрочем, и в быту тоже, но под другим названием — силикатный конторский клей.

Пожалуй, для нашей цели клей несколько густоват, поэтому отлей его в небольшой флакончик и смешай пополам с водой. Имей в виду, что жидкое стекло, как только оно высохнет, ничем уже не отдерешь, и поэтому, если посадил пятно силикатного клея на стол или на одежду, отмой его водой, и немедленно. По этой же причине я не советую тебе приклеивать таким клеем фотографии в альбом или рисунки на стену.

Налей в пробирку или в пузырек примерно на треть аптечного хлорида кальция и капни несколько капель раствора фенолфталеина. В другой пузырек налей примерно столько же разбавленного силикатного клея. А теперь содержимое первого пузырька перелей во второй и взболтай смесь. Она, во-первых, покраснеет и, во-вторых, загустеет наподобие студня или желе. В который раз — опыт совсем как фокус.

Еще один вариант опыта-фокуса с жидким стеклом: вместо хлорида кальция возьми две-три щепотки сульфата магния (в аптеке его продают под названием горькой соли, или английской соли) и брось в пузырек, наполовину наполненный водой. Взболтай, добавь три-четыре капли разбавленного силикатного клея и как следует размешай. Опять в пузырьке образуется студень, только на этот раз бледно-розовый.

Своим умением получать красный студень из бесцветных растворов ты можешь воспользоваться для раскраски картинок без красок и цветных карандашей. Хотя бы вот таким образом. Нарисуй на листе бумаги карандашом контур рисунка и все, что внутри контура, «закрась» прозрачным раствором фенолфталеина. Другой лист бумаги целиком покрой разбавленным силикатным клеем. Сложи оба листа, прижми один к другому и дай им побыть вместе три-четыре минуты. Аккуратно отдели листки — и ты увидишь, что нарисованная тобою картинка сама собой выкрасилась в красный цвет.

Сделать невидимое видимым — не такое уж особенное чудо. Для этого есть много рецептов, и все они очень давно известны. Например, такой: взять порошок нашатыря на кончике ложки, всыпать в маленький флакончик с водой. Прозрачный раствор будет служить тебе чернилами. Обмакни в него чистое перо и напиши или нарисуй что-нибудь на обычной писчей бумаге. Дай бумаге как следует высохнуть, но не вздумай только для ускорения дела класть ее в теплое место, скажем на батарею. Ничего пока не видно — ведь раствор был прозрачным.

А теперь нагреем наш листок бумаги. Чтобы он случайно не загорелся, лучше всего нагревать над электроплиткой с закрытой спиралью, держа листок пинцетом или прищепкой. Если такой плитки нет, можно нагревать над свечкой (или спиртовкой).

Однако бумагу с невидимым рисунком надо держать над огнем достаточно высоко, чтобы она грелась, но не загоралась! Ты увидишь, как по мере нагревания на чистом листе бумаги начнет проступать рисунок или надпись — то, что ты начертил пером.

Чтобы превратить невидимое в видимое, необязательно покупать какие-то специальные вещества. Вместо чернил можно использовать некоторые продукты, которые, вполне возможно, найдутся в холодильнике или кухонном шкафу. Скажем, молоко. Или сок лимона. Или сок, выжатый из лука. Или хотя бы столовый уксус. Но во всех случаях, чтобы проявить надпись или картинку, надо нагреть листок бумаги над плиткой или свечкой, следя за тем — напомню еще раз, — чтобы он был достаточно далеко от плитки или от пламени.

Разноцветные чудеса на этом заканчиваются. Разумеется, в этой главе. А вообще-то их очень много. В следующих главах ты еще встретишься по разным поводам с новыми цветными реакциями.

Глава третья. Полезные чудеса

Еще так недавно химические превращения казались тайной за семью печатями. Теперь ты кое-что знаешь и кое-что умеешь. Не обратить ли знание и умение на пользу дела? Я имею в виду какое-нибудь домашнее дело, которое так или иначе приходится выполнять — то ли по своему желанию, то ли по просьбе старших.

Между прочим, чуть ли не в каждом магазине, где продают нужные в домашнем хозяйстве вещи, есть отдел химических товаров. Страшно и подумать, как наши далекие предки, не знавшие ни мыла, ни стиральных порошков, отмывали свою грязную одежду в речной воде…

Для полезных чудес требуются:

Нашатырь (хлорид аммония), стиральная (кальцинированная) сода, медный купорос, селитра (натриевая или калиевая), прозрачный лак, бытовое смазочное масло, бензин, раствор аммиака	из хозяйственного магазина;
Хлорид кальция, сульфат магния, бура, морская соль, вазелин, тальк, вата, нитрат серебра (ляпис)	из аптеки;
Поваренная соль, сахар, желатин, лимонная кислота, уксус	из продовольственного магазина или из домашних запасов;
Тиосульфат натрия (гипосульфит), квасцы, бихромат калия	из фотомагазина.

Нет, я не собираюсь учить тебя, как правильно стирать. Но коль скоро и стирка, и многое другое имеют прямое отношение к химическим чудесам, давай поставим опыты, которые помогут тебе понять, что же при этом происходит. И может быть, набравшись новых знаний, ты кое-что будешь делать лучше и быстрее…

Маленький кусочек хозяйственного мыла положи в пузырек с теплой водой, закрой пузырек пальцем и взболтай хорошенько. К мыльному раствору добавь несколько капель раствора фенолфталеина. Малиновый цвет, как ты помнишь, свидетельствует о том, что перед нами основание. Или, как часто говорят химики, у этого раствора *щелочная реакция* (щелочи — самые распространенные и очень активные основания; мы с ними

напрямую стараемся дела не иметь, потому что они очень едкие).

Давно было известно, что мыло, растворяясь, взаимодействует с водой и образует пусть слабую, но щелочь. И думали, что именно поэтому мыло и снимает грязь с рук и белья. И стиральная сода тоже дает щелочной раствор, и она тоже неплохо отстирывает белье, особенно если прокипятить как следует…

Но все оказалось не так. Более того, все оказалось наоборот. Сода стирает потому, что она, соединяясь с загрязнениями (а это чаще всего бывает какой-нибудь жир), образует вещества наподобие мыла.

Так давай и мы с тобой получим мыло из соды, только не в тазу во время стирки, а заранее, в пробирке или в стакане.

Нагрей в кастрюльке немного воды и сыпь в нее порциями стиральную (кальцинированную) соду, постоянно размешивая. Когда сода перестанет растворяться, в твоем распоряжении будет крепкий, как говорят, *концентрированный* ее раствор. В горячем виде осторожно перелей его в небольшую, но обязательно тонкостенную склянку, лучше всего в пробирку. Пипеткой, каплю за каплей, добавляй растительное масло, пока оно не перестанет растворяться. Масло можно заменить растопленным воском, но тогда, понятно, пипеткой его уже не накапаешь.

В склянке образовалось мыло, но пока оно находится там в жидком виде. На мыловаренном заводе такое мыло *высаливают,* то есть добавляют в раствор соль (самую обычную, поваренную). Поступи точно так же. Одна-две щепотки соли — и твердое мыло всплывет на поверхность. Аккуратно сними его и испытай — как оно мылится, образует ли пену, что за реакция у него с фенолфталеином.

К сожалению, из тех веществ, что есть в нашем распоряжении, хорошего мыла, которым можно стирать и умываться, не сделать. Вот если только из стеарина…

Возьми несколько обломков от стеариновой свечки (бывают еще парафиновые свечки, они для этого опыта не годятся). Нагрей обломки в тонком стакане, поставленном в очень горячую воду. Когда стеарин расплавится, добавь крепкий раствор стиральной соды. Тут же появится белая масса. Это и есть мыло. Дай ему постоять еще несколько минут в горячей воде, а затем осторожно, чтобы не обжечься (надень рукавицы), вылей в спичечный коробок. Когда масса застынет, у тебя окажется кусочек мыла, которое можно использовать для стирки.

А можно поставить и опыт «наоборот»: из куска мыла приготовить свечу. Настругай ножом хозяйственного мыла, сложи стружки в хорошо вымытую консервную банку, влей воды и

нагрей, лучше на водяной бане, не забывая все время перемешивать деревянной палочкой. Как только мыло растворится, добавь к нему уксус — и на поверхность всплывет белая масса. Это стеарин. Когда банка остынет, он соберется на поверхности. Собери его ложкой, переложи в чистую посуду, промой водой и заверни в салфетку или в фильтровальную бумагу, чтобы стеарин высох. Теперь приготовь из него свечку.

Возьми толстую нитку (например, от фитиля для керосинки) и опусти ее в подогретый и расплавленный стеарин. Вынь фитиль, дай стеарину затвердеть и опять опусти в расплавленную массу. Поступай так до тех пор, пока на фитиле не нарастет свечка. А можешь для простоты обмазать один раз фитиль только что приготовленной, еще теплой массой — и свеча из мыла готова.

Но вернемся к мылу. Отчего оно все-таки моет? Хитрость в том, что у молекулы мыла «голова» и «хвост» очень не похожи друг на друга. Один конец молекулы (пусть это будет «голова») легко соединяется с жирами и другими подобными веществами. А другой конец (то есть «хвост») питает такую же любовь к воде. Наскочив на частицу грязи, молекулы мыла прикрепляются к ней «головами», образуя нечто вроде ежиных иголок. А вода, ухватившись за «хвосты», растаскивает частицы грязи в разные стороны и уносит их с собой. Так грязное становится чистым.

Увы, молекулы глазом не разглядеть, так что придется тебе поверить мне на слово. Но кое-что мы все же увидим.

Например, вот что. Три одинаковых пузырька наполовину заполни водой, но разной: первый пузырек — дождевой или из растопленного снега (можно соскрести иней с морозильника), второй — обычной, водопроводной водой, третий — минеральной, из бутылки. Если минеральной воды не окажется, то в обычную воду добавь столовую ложку раствора хлорида кальция или половину чайной ложки горькой соли — смотря по тому, что у тебя осталось в запасе от старых опытов. Отдельно, в тонкостенном стакане, раствори немного мыла в горячей воде. Удобнее взять мыльные хлопья (примерно столовую ложку без верха на полстакана воды); если нет готовых хлопьев, настругай ножом с куска хозяйственного мыла. Размешай как следует, чтобы раствор был прозрачным.

Теперь сам опыт. По каплям добавляй в первый пузырек мыльный раствор. После каждой капли встряхивай как следует и следи, не появилась ли пена. Не забудь считать капли. Как только пена станет пышной и устойчивой, прекращай капать. Запиши число капель и переходи к следующему пузырьку. Ты увидишь, что водопроводной воде для образования пены требуется больше мыла, чем дождевой, а минеральной — еще больше.

Происходит это вот отчего. В дождевой (или снеговой) воде почти нет растворенных примесей, а в водопроводной и минеральной они есть, причем в минеральной их особенно много: они-то и придают ей лечебные свойства. Интересующие нас примеси — это соли, но не натрия, как поваренная соль, а кальция и магния. Воду с такими солями называют *жесткой*, без них — *мягкой.*

Считая капли одного и того же мыльного раствора, потраченные на получение пены, ты можешь сравнить жесткость воды из разных источников: например, из колодца, пруда, речки. Сравни также кипяченую воду с сырой: при кипячении жесткость воды уменьшается, но, к сожалению, не исчезает.

Соли жесткости можно увидеть своими глазами. Для этого надо всю воду выпарить, хотя бы на пламени свечи. Осторожно подержи над пламенем старую чайную ложку, в которую налита вода (возьми воду по очереди из разных источников), и сравни, сколько остается осадка в разных случаях. Не забудь после каждого выпаривания как следует отмыть ложку от осадка.

Мыло в жесткой воде вступает в реакцию с солями кальция и магния — теми самыми, что оставались в ложке, — и теряет все свои моющие способности. Раствори в миске с водой несколько столовых ложек горькой соли или сухой морской соли (ее тоже продают в аптеке). Попробуй теперь постирать в такой воде мылом какой-нибудь грязный лоскуток и погляди, будет ли какой-нибудь толк от этой затеи.

А теперь в точно такую же воду всыпь немного стирального порошка — любого, какой найдется дома. И сразу появится хорошая пена. Лоскуток мигом станет чистым, стоит лишь слегка потереть его. Потому что стиральные порошки, в отличие от мыла, не боятся жесткой воды. Соли им не вредят, они отстирывают грязь даже в морской воде.

Однако не любой стиральный порошок годится для всех случаев стирки. Раствор порошка, как и раствор мыла, тоже бывает щелочным, а в таком случае он хорош для хлопка и льна, но не для шерсти и шелка. И если вдруг появились сомнения, можно ли выстирать с каким-нибудь порошком, скажем, шерстяной свитер, то этот вопрос ты сможешь разрешить без посторонней помощи. Раствори немного порошка в воде и капни фенолфталеина. Покраснел раствор — значит, он содержит щелочь, а она для шерсти опасна; не покраснел или стал слегка розовым — опасности нет.

В старые времена стиральных порошков не было и в помине, а обычное мыло считалось предметом роскоши. Тогда для стирки брали разные другие вещества: ту же соду, золу некоторых

деревьев, растительные отвары. До мыла им далеко, но все-таки они стирали.

В корнях некоторых растений содержатся вещества, действующие наподобие мыла (было даже такое выражение — «мыльный корень»). Попробуй испытать отвар корней цикламена или примулы, распространенных комнатных растений, а также вороньего глаза и куколи, растущих в средней полосе. Впрочем, ради простоты можно взять отвар фасоли или горчичного порошка. Что и говорить, горчичному не тягаться со стиральным, но все же мылится…

От стирки всего шаг к другой химической процедуре — чистке.

Долгих объяснений при этих опытах не будет: хотя цель новая (выведение пятен), средства старые и уже знакомые — *экстракция* да *окисление*. Вот, скажем, жировые пятна. Их можно удалить экстракцией, подобрав хороший растворитель — бензин или скипидар. Но, пожалуйста, помни: такие растворители горючи! Огня поблизости быть не должно!

С жирным пятном надо поступить так: смочить ватку растворителем, протереть несколько раз, и жир перейдет в раствор. Что нам и требовалось. Однако на ткани может остаться расплывшийся след. Протри его раствором стирального порошка, сполосни водой и дай высохнуть.

Надеюсь, ты сам догадаешься, что ради таких опытов не надо сажать пятна на одежду. И вообще лучше не браться сразу за чистку костюма или пальто (безразлично, своего или чужого). Заготовь несколько лоскутков ткани, посади на них пятна и потренируйся. Опыты закончатся удачно — переходи к более серьезным делам. Но имей в виду, что некоторые ткани могут разрушаться или менять цвет под действием тех или иных растворителей. Поэтому где-нибудь с изнанки проверь сначала, не портится ли ткань при такой чистке. Чудеса чудесами, но осторожность, знаешь ли, не помешает.

Масляную краску одним растворителем вывести трудно (хотя и можно, если пятно совсем свежее). Смочи пятно скипидаром до размягчения, а потом сними бензином. И в этом случае не забудь предварительно проверить ткань.

С чернилами на одежде дело посложнее. Тут понадобится немножко (несколько капель) спирта — он растворяет красители, которые входят в состав чернил. Но одной экстракцией все-таки не обойтись. Придется привлечь и *адсорбцию*. Насыпь на пятно немножко толченого мела или зубного порошка, капни чуть-чуть спирта, и когда мел впитает, адсорбирует чернила, сними его тупым ножом. Если повторить процедуру несколько раз, мел в

конце концов перестанет окрашиваться, а это значит, что он полностью впитал в себя чернила. Остатки высохшего мела стряхни щеткой — и дело с концом.

А как с обещанным окислением? Хотя бы так: если на белую ткань пролили сок или на нее попала раздавленная ягода, то поможет перекись водорода с добавкой нескольких капель нашатырного спирта. Смочи раствором ватку, протри пятно, промой чистой водой — и пятно, скорее всего, исчезнет. Но не вздумай мазать перекисью водорода цветные ткани! Это очень сильный окислитель, и, вполне возможно, вместе с пятном перекись снимет и краску с ткани.

Если же на одежду попал йод, которым смазывали ранку, то напомню: ты уже ставил опыт с йодом и гипосульфитом натрия. Тогда гипосульфит обесцвечивал йод в пузырьке; теперь он бесследно выведет его с ткани. В этой реакции тоже происходит окисление, только роль окислителя взял на себя йод из пятна.

Раз мы заговорили об йоде, давай с его помощью совершим одно весьма полезное чудо: порисуем йодной настойкой на железе. Вернее, проделаем в железе углубления, как бы процарапаем его. Такой процесс называют *травлением* и часто используют на заводах; только берут для этой цели не йод, а другие вещества, которые действуют еще сильнее.

Пусть, к примеру, ты решил написать свое имя на собственном перочинном ноже. Пожалуйста! То место, где будет надпись, протри как следует наждачной бумагой, чтобы поверхность заблестела. Зажги свечку и наклони ее так, чтобы несколько капель попало на поверхность металла. Слегка подогрей ножик, тогда стеарин или парафин, из которого сделана свечка, расплывется тонким слоем. Когда он застынет, иголкой процарапай на нем имя (или рисунок, если захочешь), обязательно до самого металла. В канавки закапай из пипетки аптечную йодную настойку. Несколько минут спустя раствор заметно побледнеет, тогда капни еще одну порцию йода. Около часа не трогай нож, затем сотри следы от свечки и вымой его как следует. На железной поверхности останутся отпечатки царапин.

Конечно, для этого опыта необязательно брать именно нож, можно взять, скажем, гаечный ключ от велосипеда или любой другой железный предмет. Но зачем свечка?

Затем, что она мешала йоду вступить в реакцию с железом. А в царапинах, где реакция шла, образовалось новое вещество — йодид железа, рыхлый порошок, который легко удаляется с поверхности.

Кстати, йод травит не только железо, но и медь, и медные сплавы, например латунь, из которой делают дверные ручки.

Хорошие вещи травить не стоит, но вышедшие из употребления…

Если же медная или латунная вещь (вполне хорошая) потемнела от времени и покрылась зеленоватым налетом — как ее отчистить? Хозяйки знают: надо потереть нашатырным спиртом или кашицей из нашатырного спирта и меди. Но почему?

Кусочек красной медной проволоки намотай на карандаш или зажми в бельевой прищепке, на другом конце проволоки сделай маленькую спиральку. Подержи эту спиральку в пламени. Довольно скоро поверхность покроется черным налетом. Это кислород воздуха при нагревании окислил медь, и она превратилась в оксид меди. Еще горячую проволоку опусти во флакончик с нашатырным спиртом. Раздастся шипение, и спиралька опять станет блестящей и красной. Оксид меди разложился, из него вновь образовалась чистая медь. Понятно, почему хозяйки используют для чистки нашатырный спирт? А зубной порошок они добавляют для того, чтобы он впитывал в себя загрязнения. Ты же помнишь, это называется адсорбцией.

Повтори этот опыт несколько раз, и жидкость во флакончике будет мало-помалу окрашиваться в голубой цвет. Там образуется очень сложное вещество, наподобие того, которое помогало нам отличать нашатырный спирт от других веществ.

Почерневшую медную проволоку можно очистить и по-другому. Нагретую спиральку опусти в аптечную соляную кислоту (она неопасна, потому что сильно разбавлена). Медь вновь станет блестящей, а жидкость — голубой. Еще один вариант: раскаленной спиралькой дотронься до нашатыря (хлорида аммония), насыпанного на донышко пузырька. Взовьется облако белого дыма — это улетучивается нашатырь, — и спиралька в который раз засверкает как новенькая. Попробуй опустить почерневшую спиральку в пузырек, на дно которого налито немного одеколона. Спирт, который содержится в одеколоне, также вернет ей прежний красный цвет.

Но отчего же хозяйки отдают предпочтение нашатырному спирту? Да оттого, что он действует и без нагрева. Хотя и медленнее.

Еще немного про чистку. Но не дверных ручек, а умывальника в ванной. Или какой-нибудь фаянсовой посуды. Бывает так, что сразу не вымоешь, а потом трешь, трешь старую грязь, а она никак не отходит.

Однако умывальник можно почистить без всяких усилий. Но прежде чем браться за него, потренируйся на старой тарелке или на эмалированной миске. Чем грязнее, тем лучше.

Перманганат калия («марганцовку») залей небольшим количеством уксуса и этой смесью намажь грязные места. Если ты

считаешь, что уксус пахнет неприятно, замени его лимонной кислотой — смешай ее с перманганатом поровну и добавь воды.

Предмет, который ты намазал смесью, оставь в покое на полчаса, а потом вымой водой. Грязь и в самом деле куда-то подевалась (мы-то с тобой знаем — ее окислила «марганцовка»). Но до чего же все перепачкано теперь каким-то бурым налетом! Пожалуй, еще страшнее, чем до опыта.

Пустяки. С этой грязью ты уже умеешь бороться. Помнишь, как ты удалял пятна от «марганцовки»? Так же поступи и сейчас. В перекись водорода насыпь немного лимонной кислоты и размешай (можно добавить в перекись и уксус). Набери эту жидкость на ватку или тряпку и спокойно, без усилий, проведи по запачканным местам. Они вновь засияют, как будто и не было бурых пятен. И главное, обрати внимание: ни тереть не надо, ни отдраивать…

Вообще-то таким способом можно чистить не только фаянсовые умывальники и тарелки, но и ванны, и эмалированные кастрюли. Однако при частом употреблении кислота может повредить эмаль. Так что, если кастрюля очень уж грязная, можно иногда почистить ее «марганцовкой». Но в остальных случаях лучше брать те чистящие средства, которые продаются в магазинах.

Не знаю, замечал ты или нет, но во время некоторых химических реакций — в том числе и тех, что сопровождаются окислением, — выделяется тепло. Иногда это только на пользу, так как при нагревании многие реакции идут гораздо быстрее. Иногда же во вред, поскольку реакция при повышенной температуре может пойти совсем не так, как задумано, и тогда смесь веществ приходится охлаждать. А бывают такие случаи, когда реакцию проводят специально для того, чтобы выделялось тепло. Самый наглядный и самый понятный пример — *горение:* дров в печке, газа в котельной, бензина в автомобильном двигателе, мазута в топке тепловой электростанции.

Давай-ка и мы получим тепло с помощью химической реакции. Причем не будем выбрасывать это тепло на ветер, а попробуем его использовать. Предлагаю соорудить химическую грелку.

Вообще-то есть немало разных химических грелок. Некоторые из них продают в магазинах, где торгуют товарами для охотников и рыболовов. Но сделать такие устройства нам, пожалуй, не под силу — и конструкция сложная, и не все вещества можно купить. Так что сделаем что-нибудь попроще.

Возьми небольшую стеклянную банку, например из-под майонеза, и вложи в нее согнутую в спираль алюминиевую

проволоку. Проволока должна хорошо прилегать к стенкам, а согнуть ее надо затем, чтобы побольше алюминия вошло в стеклянную банку.

Приготовь смесь, которая будет вступать с алюминием в реакцию. Три чайные ложки медного купороса хорошенько смешай с двумя чайными ложками поваренной соли; напоминаю, что нужно пользоваться ложкой, специально выделенной для опытов, а не той, которой едят. Может случиться, что в смеси попадутся большие крупинки, в несколько миллиметров. Разотри их ложкой, иначе будущая реакция может замедлиться.

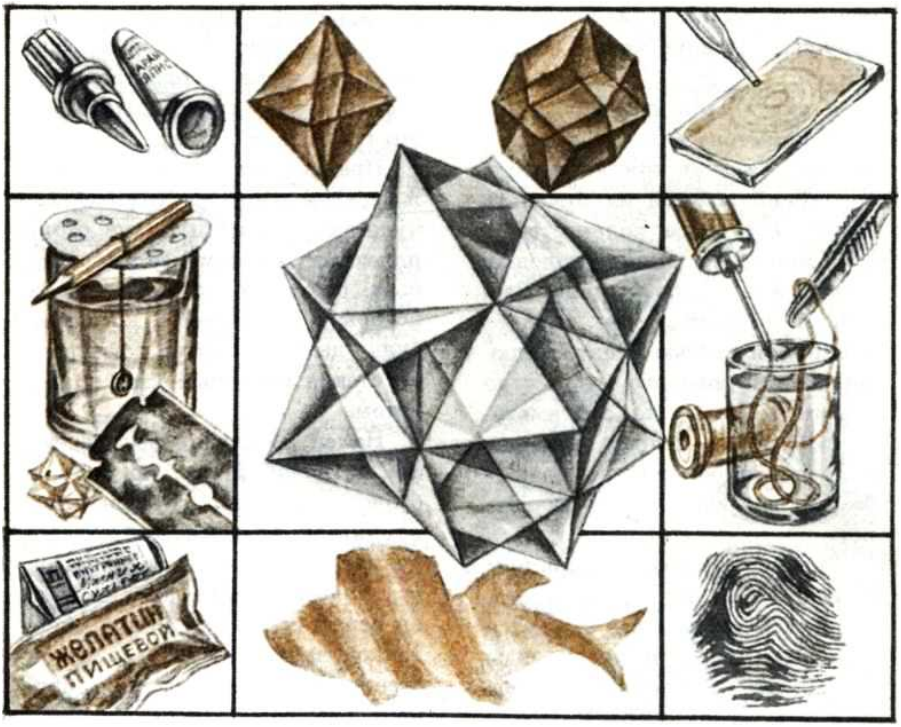
К смеси соли и купороса добавь примерно 30 г древесных опилок. Так как опилки легкие, то чайной ложкой их отмерять долго. Требуемое количество — это примерно пять столовых ложек, или две пригоршни. Размешай вещества как следует и наполни смесью банку с алюминиевой проволокой, но не до самого верха, а на сантиметр-другой ниже. Потому что нам надо еще налить в банку воду — без нее грелка работать не начнет.

Теперь главная операция: вливаем в банку четверть стакана воды (если этого окажется слишком много, и часть воды не впитается опилками, лишнюю воду сразу слей). Подожди немного, буквально минуту-другую, и грелка начнет излучать тепло. Очень скоро температура достигнет примерно 50 °С. И еще часа два после этого химическая грелка будет теплой.

В стеклянной банке, набитой смесью, идет сразу несколько химических реакций. Когда ты будешь знать химию получше, ты без труда разберешься, что же там происходит с алюминием. А пока удовлетворимся результатом: грелка греет, и это главное.

Прежде чем закончить главу и перейти к другим химическим чудесам, может быть, не столь полезным, но не менее любопытным, поставим еще один опыт, который, наверное, когда-нибудь да пригодится. Сделаем на стекле морозный узор. Даже летом.

Налей в склянку теплую воду, не очень много, не больше столовой ложки. Небольшими порциями, каждый раз хорошо размешивая, всыпь нашатырь (хлорид аммония). Как только он перестанет растворяться, кисточкой нанеси раствор на кусок стекла или на зеркальце (гляди, не порежься!). Теперь придется подождать, пока вся вода не испарится. А когда воды не останется, на стекле появится узор, очень похожий на морозный. Только вместо льда — кристаллы хлорида аммония. Тепло им не страшно, но смотри, чтобы на них не попала вода. Несколько капель — и конец чуду…


ЖЕЛАТИН
ПИЩЕВОЙ

Глава четвертая. Поучительные чудеса

Я не сразу догадался, как мне назвать чудеса, которые собраны в этой главе. Сам посуди: опыты, которые ты сейчас будешь делать, наглядно показывают, как идут химические процессы, используемые для серьезных дел.

Сначала я решил: пусть чудеса будут наглядными. Но потом засомневался: а разве бывают какие-нибудь другие чудеса? Тогда, может быть, назвать их показательными? И это как-то странно — зачем же делать чудеса, которые ничего не показывают? Наконец, придумал: поучительные! Пусть юный химик, проделывая эти опыты, немного поучится, пусть познакомится на простых примерах со сложными химическими процессами.

Прошлые чудеса мы закончили кристаллами, нынешние кристаллами начнем.

Выращивать кристаллы — не пустая забава. *Кристаллизация* — очень распространенный в химии процесс, редко какое производство без него обходится. Но, конечно, на заводах выращивают кристаллы не ради красоты. Там задача, сам понимаешь несколько иная. Но если заодно получается красиво — разве это плохо?

А иногда и вправду бывает красиво. Например, когда выращивают искусственные ярко-красные рубины. И не только для украшений. В наручных часах очень твердые рубины играют, к примеру, роль опор для вращающихся деталей. А теперь научились выращивать и синтетические алмазы, самые твердые на свете кристаллы…

Надеюсь, ты не огорчишься, узнав, что ни рубинов, ни алмазов, ни других драгоценных камней мы с тобой вырастить не сможем. Но и то, что нам по плечу, тоже, поверь мне, достаточно красиво.

Все кристаллы мы будем получать из *насыщенных растворов*, то есть из таких, в которых растворено так много вещества, что больше оно уже не растворяется. Воду будем нагревать, тогда она вместит больше вещества. Ты знаешь, что сахар лучше и быстрее растворяется в горячем чае, чем в холодной воде из-под крана.

Для поучительных чудес требуются:

Железный купорос, стиральная сода	из хозяйственного магазина;
Нашатырный спирт, глицерин, раствор фенола (резорцина, крезола), соляная кислота	из аптеки;
Уксус, лимонная кислота, поваренная соль, сахар, минеральная вода	из продовольственного магазина или из домашних запасов;
Квасцы	из фотомагазина.

Раствор готовь так: в горячую (но не кипящую) воду насыпай порциями вещество и размешивай стеклянной или деревянной палочкой до полного растворения. Как только вещество перестанет растворяться, это значит, что при данной температуре раствор насыщен. Потом, когда он будет охлаждаться, когда вода станет постепенно испаряться из него, «лишнее» вещество выпадет в виде кристалликов.

Советую начать с вещества попроще — с поваренной соли и сахарного песка. В двух тонких стаканах приготовь горячие насыщенные растворы. Сверху положи палочку или карандаш, вокруг которых обмотана нитка. К свободному концу нитки привесь какой-нибудь маленький груз, хотя бы пуговичку, чтобы нить распрямилась и висела в растворе вертикально, не доставая немного до дна. Оставь стакан в покое на два-три дня. Ты увидишь, что нитка обросла кристалликами: в одном сосуде сахарными, в другом — соляными.

Повтори такие опыты с другими веществами: нашатырем, хлоридом кальция, тиосульфатом натрия, стиральной (кальцинированной) содой, бурой из аптеки, горькой солью (сульфатом магния), медным купоросом, селитрой. Внимательно разглядывай каждый раз образовавшиеся кристаллы: многие из них окажутся разной формы. Одни похожи на кубики, другие — на иглы, третьи — на причудливые многогранники. Разглядывать небольшие кристаллы удобнее через лупу.

Теперь немного усложним опыт. Какое-нибудь вещество, о котором ты заведомо знаешь, что оно хорошо образует кристаллы, попробуем кристаллизовать по-разному. Можешь взять любущ соль из приведенного выше списка, а можешь дополнить этот список по результатам собственных наблюдений.

Нагревая воду и добавляя вещество, приготовь, как и прежде, горячий насыщенный раствор. Но нитку в него не опускай. В миску или в кастрюлю налей холодную воду из-под крана (не помешают несколько кубиков льда из морозильника), поставь в нее стакан с раствором. Очень быстро выпадет множество мелких кристаллов. Они настолько мелкие, что по виду похожи на

порошок.

Теперь ты знаешь: чтобы получить маленькие кристаллы, надо охлаждать раствор быстро. И можешь предположить, что для крупных кристаллов раствор желательно охлаждать помедленнее. Совершенно верно!

Приготовь новую порцию насыщенного раствора. (Впрочем, если мелким кристаллам нет применения, можешь просто еще раз нагреть их вместе с остывшим раствором — он снова станет насыщенным.) Как бы то ни было, на сей раз не позволяй раствору остывать быстро. Для этого обложи сосуд ватой или закутай в старое полотенце. А еще лучше — налей жидкость в термос, закрой его пробкой и оставь на день-другой. Не забудь только после этого самым тщательным образом, и не один раз, отмыть термос до полного блеска с помощью раствора соды или специальных средств для мытья посуды.

При медленном охлаждении на дно сосуда выпадут значительно более крупные кристаллы. Иногда они получаются аккуратными, иногда соединяются один с другим, образуя причудливые сростки. Если они слишком уж срослись, то приготовь новый раствор, взяв побольше воды или поменьше соли.

Еще одно предупреждение. Вещества, с которыми ты работаешь, могут оказаться не очень чистыми. Если в растворе очутилась грязь, его сразу после нагревания надо *профильтровать*. Вставь в носик воронки кусочек ваты и перелей через воронку приготовленный тобою раствор в другой сосуд. Воронку советую ополоснуть кипятком, чтобы раствор, соприкасаясь с нею, не остывал. Иначе кристаллизация может начаться прямо в носике…

Выпавшие на дно крупные кристаллы можешь показывать родным и знакомым, а можешь, если хватит терпения, вырастить из них еще более крупные, просто исключительно красивые кристаллы той же поваренной соли, или медного купороса, или селитры. Замечательные кристаллы получаются из квасцов. Их продают иногда в фотомагазинах, бывают они и в аптеках — из квасцов делают кровоостанавливающие карандаши. Есть разные квасцы, это целая группа солей; какие ты сумеешь купить, не имеет значения, а если купишь разные, то это только к лучшему.

Итак, собери кристаллы, осевшие на дно при медленном охлаждении, обсуши их на салфетке или на листе промокательной бумаги и положи во флакончики с плотно закрывающимися пробками. Насыщенные растворы не выливай — в них ты и будешь выращивать красивые большие кристаллы. Чтобы не перепутать растворы, если у тебя их несколько, сделай

этикетки и приклей к банкам.

Из кристаллов каждого сорта найди самый привлекательный (необязательно самый ровный), обвяжи его тонкой шелковой или капроновой ниткой, например из старого чулка, и опусти в раствор соответствующей соли. Можешь намотать нитку на карандаш, положенный на края банки, а сверху накрыть бумажной крышкой, чтобы в банку не попадала пыль. В крышке не забудь проколоть несколько дырок, чтобы вода могла испаряться из банки. Если тебе удобнее, то привяжи нитку к спичке, а спичку продень в одну из дырок в бумажной крышке. Тяжесть-то невелика, и спичка выдержит.

Банки, в которых растут кристаллы, держи в каком-нибудь укромном месте, подальше от сквозняков. Скажем, за стеклом серванта или книжного шкафа. Следи за уровнем раствора и, если испарится много воды, подлей порцию свежего насыщенного раствора. Кристалл все время должен целиком находиться в жидкости.

Наберись терпения. Пройдет несколько дней, прежде чем кристаллы заметно увеличатся и закроют обвязывающие их нитки. Возможно, на кристаллах появятся некрасивые наросты. Их можно удалить, поскоблив бритвой и слегка потерев влажной тряпочкой. За две-три недели кристаллы вырастут настолько, что их можно будет демонстрировать. А можно и подождать, если, конечно, хватит терпения. И два месяца подождать, и полгода…

Если у тебя есть квасцы нескольких видов, то интересно будет приготовить насыщенные растворы каждого и поочередно, раз в неделю, переносить нитку с кристаллом из одного раствора в другой. Тогда получится многослойный кристалл.

Ростом кристалла можно управлять, время от времени вынимая его из банки и подправляя. Ненужные выросты снимай; хочешь, чтобы какая-то грань перестала расти, смажь ее вазелином; надо, чтобы она снова начала расти, удали вазелин ваткой, смоченной ацетоном. Если же взять с самого начала сросшиеся или ветвистые кристаллики, то получится кристаллическая гроздь (ее называют *друзой*).

Но, пожалуйста, прими к сведению: когда ты решишь извлечь друзу или крупный кристалл из раствора, не забудь сразу же покрыть их бесцветным мебельным лаком или лаком для ногтей. Иначе очень скоро, уже через несколько дней, кристаллы начнут выветриваться, и вся твоя работа пойдет насмарку.

Наш заключительный опыт с кристаллами будет и впрямь похож на чудо. Давай вырастим кристаллики меди. Не медного купороса (это ты уже делал), а самой настоящей металлической меди.

Сам того не зная, ты однажды ставил похожий опыт — когда опускал железный гвоздь в раствор купороса. Но красные кристаллики, покрывшие гвоздь, были настолько маленькими, что показались тебе сплошной пленкой. Да и вообще, как ты уже знаешь, вырастить мелкие кристаллы — не фокус. Что ж, вырастим большие. Но для этого надо как-то замедлить реакцию железа с медным купоросом. Мы замедлим ее поваренной солью.

На дно банки положи немного медного купороса и засыпь мелкой поваренной солью, желательно сорта «Экстра». Из промокашки вырежь кружок такого размера, чтобы он касался стенок банки, и закрой им купорос с солью. На бумагу положи железный кружок чуть меньшего размера. Как его выпилить, придумай сам, только не забудь перед опытом протереть наждачной бумагой и хорошенько вымыть. В банку налей насыщенный раствор поваренной соли, пусть он целиком закроет железный кружок. Оставь банку в покое примерно на неделю. Потом сними кружок и посмотри: в банке выросли красные медные кристаллы.

Наверное, ты хотел бы сохранить их? В таком случае вынь, промой водой, переложи в небольшой флакончик и залей аптечной соляной кислотой (или уксусом). Закрой флакончик пробкой, и кристаллы сохранятся надолго.

Работа с кристаллами неторопliва, и пока кристаллы знай себе растут, можно ставить другие поучительные опыты. Например, с желатином.

Желтоватый порошок желатина продают в продовольственных магазинах. Соединяясь с водой, это вещество образует студень, более или менее плотный. По этой причине с помощью желатина готовят разные вкусные вещи — от заливной рыбы до сладкого желе. Между прочим, *студень* в данном случае — не название блюда, а вполне научное слово, которым обозначают такие застывшие, полужидкие-полутвердые растворы.

Где же, кроме кулинарии, используют желатиновые студни? Да хотя бы в фотопленках. Эмульсия почти всякой фотопленки сделана на основе желатина с добавкой веществ, чувствительных к свету. Студень очень крепко прилипает к пленке, застывает на ней, а сам он прозрачен и пропускает световые лучи.

Можешь проверить, насколько прилипчив желатиновый студень. Неполную столовую ложку желатина (около 10 г) опусти в четверть стакана холодной воды и оставь на час-другой, чтобы порошок успел как следует набухнуть. Перелей смесь в маленькую кастрюльку. Ничего опасного в этом нет, потому что желатин — пищевой продукт. Нагревай смесь на слабом огне, следи, чтобы она ни в коем случае не закипела! Размешивай

содержимое кастрюльки до тех пор, пока желатин полностью не растворится. (Еще лучше, хотя и хлопотнее, нагревать на водяной бане, то есть поставить сосуд со смесью в другой, больший сосуд, в который налита вода. Она должна быть горячей, но не обжигающей, примерно 50 °С.)

Когда получится однородный прозрачный раствор, часть его вылей на чистый кусок стекла или на ненужную керамическую плитку. А другую часть — на полиэтиленовую пленку, хотя бы на прозрачный пакет, в котором держат хлеб, чтоб он не черствел. Дай раствору высохнуть. И попробуй оторвать его от стекла или от плитки. Вряд ли тебе это удастся…

Ничего удивительного: желатин сортом похуже, не так тщательно, как для еды, очищенный, называют столярным клеем. Хотя сейчас есть множество более современных клеев, столярный по-прежнему в ходу, и не только у столяров: редко что сравнится с ним по клеящей способности.

Теперь займемся той пленочкой желатина, которая застыла на полиэтиленовом пакете. Так как к полиэтилену она почти не прилипает, то сними аккуратно тонкий листок и, стараясь не порвать, вырежь из него силуэт рыбки. Положи рыбку на промокательную бумагу и осторожно подыши. Рыбка сразу начнет извиваться и свертываться. От твоего дыхания пленочка увлажняется, впитывает немного воды, но только с одной стороны, с наружной. Вот она и изгибается. Чем не фокус?

С густым желатиновым раствором можно проделывать опыты и в пробирках (или в пузырьках), но для этого нужен более жидкий студень. Если у тебя остался желатиновый раствор от прежних опытов, то аккуратно, лучше в горячей воде, подогрей его, разбавь вчетверо водой, размешай хорошенько и прогрей, чтобы раствор стал однородным. Если же будешь готовить раствор заново, то на четверть стакана воды возьми около двух граммов желатина, то есть примерно половину чайной ложки. Помни, что кипятить нельзя!

Горячий раствор перелей в два пузырька. Когда он застынет (для ускорения можешь поставить пузырьки в холодильник), в середину пузырька быстрым и осторожным движением введи пинцет, в который зажат кристаллик марганцовки. Слегка разожми пинцет и так же быстро вынь его, стараясь не порвать студень. В другой пузырек внеси кристаллик медного купороса. Желатин замедляет их растворение, и несколько часов подряд ты сможешь наблюдать очень интересную картину: вокруг кристаллика будет расти окрашенный шар.

Возможно, этот опыт не получится с первого раза. Однако стоит потренироваться, чтобы он в конце концов удался.

Такой же горячий раствор желатина перелей в два других пузырька. Пока он не застыл, в один пузырек добавь чуть-чуть раствора фенолфталеина, в другой — немного раствора стиральной соды. Когда образуется студень, то пинцетом, как и прежде, введи в середину первого пузырька комочек кальцинированной соды, в середину второго — крупинку фенолфталеина. В обоих случаях по загущенному раствору будет медленно распространяться малиновая окраска. Но от крупинки фенолфталеина она будет двигаться медленнее. Объяснение такое: молекулы фенолфталеина намного крупнее молекул соды, и поэтому они движутся медленнее.

Следующий опыт с желатиновым студнем будет чуть посложнее. Для него понадобятся не два, а три вещества: лимонная кислота, бихромат калия и нитрат серебра. С лимонной кислотой все просто. Что же касается двух других веществ, то дихромат калия, он же бихромат калия, бывает в магазинах фототоваров, а нитрат серебра — в аптеке. У этого нитрата есть еще одно, пожалуй, более известное имя-«ляпис». Прими к сведению, что для наших опытов необязательно иметь нитрат серебра в чистом виде. Сгодится и продающийся в аптеке ляписный карандаш (его применяют для прижигания кожи). Наконечник этого карандаша состоит в основном из того же нитрата, а примеси, которые в нем содержатся, нам не помешают.

Вновь, как ты это уже делал, приготовь раствор желатина — из расчета половина чайной ложки на четверть стакана воды. Напомню, что кипятить раствор ни в коем случае нельзя. Пока желатиновый раствор еще горячий, налей в две чистые скляночки примерно по 10 $см^3$ воды (вот когда пригодится мензурка). В первой скляночке раствори около полграмма бихромата калия, во второй — столько же лимонной кислоты. Если у тебя нет весов, возьми этих веществ на кончике ложки: особой точности не требуется.

Теперь добавь в раствор желатина приблизительно десятую часть, то есть около 1 $см^3$, содержимого первой склянки (раствора бихромата калия) и вдвое меньше второго раствора (лимонной кислоты). Пока смесь не остыла, вылей часть ее на чистую стеклянную пластинку и оставь на время, чтобы раствор превратился в студень. А когда это произойдет, капни в самую середку одну, но большую каплю раствора нитрата серебра (ляписа). Этот раствор должен быть достаточно крепким, поэтому не бери для него много воды. Пусть ее будет примерно втрое больше, чем ляписа.

Как и во многих других опытах со студнями, далее придется запастись терпением: ведь в загущенных растворах реакции идут

не быстро. Зато, как ты, наверное, ожидаешь, они идут не совсем обычно…

Твои ожидания оправдаются. В студне вокруг капли появится красное кольцо. Некоторое время спустя возникнет следующее окрашенное кольцо, за ним, в некотором отдалении, — третье, четвертое… Каждое кольцо отделено от следующего слоем бесцветного студня. В середине, возле капли, красные окружности располагаются тесно, одно к другому, а чем дальше от центра, тем они реже и бледнее.

Такие кольца в студнях называют *кольцами Лизеганга,* по имени открывшего их немецкого химика. В нашем случае эти кольца образованы красноватыми кристалликами бихромата серебра — вещества, которое образуется при взаимодействии бихромата калия (в студне) и нитрата серебра (в капле). А лимонная кислота помогла нам немного увеличить скорость такой реакции.

Но если так, то, видимо, лимонная кислота может как-то повлиять на характер образующихся колец? Совершенно верно. Попробуй изменять количество добавляемой в студень лимонной кислоты, и ты обнаружишь, что, когда кислоты больше, кольца располагаются реже, и наоборот.

Надо полагать, раствор желатина у тебя остался, как и раствор бихромата калия. В таком случае соедини их в прежней пропорции, но лимонной кислоты уже не добавляй. Теплым раствором заполни высокий пузырек или пробирку примерно на три четверти и оставь на несколько часов, а лучше всего на сутки. В образовавшийся студень капни несколько капель раствора нитрата серебра, но только разбавленного раза в два-три по сравнению с прошлым опытом. Закрой пузырек пробкой, а под нее, чтобы раствор не испарялся, положи смоченную водой ватку.

Если оставить пробирку на несколько дней в темном месте, то в ней появятся, как и в предыдущем опыте, кольца Лизеганга. Только на сей раз они расположатся по высоте пробирки, причем в верхней части, ближе к капле, кольца будут гуще и краснее.

Обратил ли ты внимание на предупреждение о том, что пробирку лучше держать в темном месте? Пожалуйста, не пренебрегай этим советом: опыты с кольцами Лизеганга лучше удаются, когда их ставят не на ярком свету. И желательно — в прохладном помещении. Во всяком случае температура в комнате, где ты собираешься проделать эти опыты, не должна быть выше 20 °С.

А для некоторых опытов с желатином нужен крепкий мороз. Правильно приготовленный студень позволяет получить ледяные узоры, как зимой на стекле, и не только получить, но и сохранить

их в тепле (что с настоящими морозными узорами на стекле, к сожалению, не удается).

На этот раз соотношение желатина и воды таково: 5 г порошка (около чайной ложки) на четверть стакана воды (примерно 50 г). Способ приготовления прежний. Теплый раствор вылей на стеклянную пластинку и сразу поставь в морозильник. Если на дворе зима, то, понятное дело, можешь выставить пластинку на мороз. Два-три дня спустя внеси ее в комнату, и пусть она медленно оттаивает. Лед, как ты понимаешь, исчезнет, а отпечатки морозных узоров останутся.

Но, может быть, тебе интереснее получить отпечатки пальцев, как в детективных историях про сыщиков и преступников? Что ж, не такая уж это сложная проблема. Конечно, у следователей снаряжение получше, отпечатки они обнаруживают самые слабые, едва заметные. Но у них и дело ответственное. А для показа вполне сгодятся и подручные средства: свечка, тарелка да порошок талька из аптеки.

Свечка и тарелка нужны для того, чтобы приготовить сажу. Холодную тарелку подержи над зажженной свечкой. Она покроется копотью. Соскреби черный налет с тарелки на лист вощеной бумаги, пергамента или на полиэтиленовую пленку. Повтори несколько раз. Когда наберется заметное количество сажи — скажем, с четверть чайной ложки, — смешай ее с равным количеством талька.

Теперь оставь отпечаток: подыши на какой-нибудь палец и прижми его к листу белой бумаги. Пока на листе ничего не видно. Присыпь это место черной смесью. Потряси лист бумаги, чтобы смесь хорошо покрыла тот участок, к которому ты прижал палец; можешь очень осторожно провести несколько раз мягкой беличьей кисточкой. Остатки смеси ссыпь обратно на пергамент или полиэтилен. Если все было проделано аккуратно, на бумаге останется четкий отпечаток пальца.

Проверь, похожи ли на него отпечатки других твоих пальцев. Посмотри, как выглядят отпечатки пальцев разных людей (попроси их прижать пальцы к бумаге). Понимаешь теперь, почему отпечатки пальцев на месте преступления изобличают преступника? Среди них нет двух одинаковых, как нет двух совсем одинаковых лиц.

Можешь проверить, годится ли этот способ для обнаружения отпечатков на газетах и журналах, на картонной и пластмассовой коробке, на стекле. В последнем случае воспользуйся каким-нибудь стаканом, желательно не представляющим ценности. Когда будешь готовить смесь сажи и талька, возьми талька побольше, примерно двойное количество. Присыпав поверхность

стекла смесью и стряхнув остаток, слегка нагрей стакан над свечкой — отпечатки станут заметнее.

Осталось только объяснить, в чем тут дело. Хотим мы того или нет, но у нас на коже обязательно есть немного жира. Его выделяют подкожные сальные железы. До чего бы мы ни дотронулись, на всем оставляем незаметный след. А смесь, которую ты приготовил, хорошо прилипает к жиру. Благодаря черной саже она делает отпечаток видимым.

Но, пожалуй, еще более удивительно, что след остается и в том случае, если на поверхности никакого жира не было. Совершенно чистых поверхностей в природе, наверное, вовсе не существует. Их можно, разумеется, создать искусственно (если не идеально чистые, то близкие к идеалу), но в естественных условиях на каждом предмете, даже на том, который кажется нам очень чистым, полным-полно грязи.

Откуда же эта грязь? От контакта с другими веществами и предметами. Жир с пальцев — только одно из возможных загрязнений, хотя и очень частое. И если даже предмет, как нам кажется, ни с чем не соприкасался, то все равно — он находится в постоянном контакте с воздухом. А в воздухе есть пылинки, видимые невооруженным глазом, и столь маленькие частицы грязи, что их можно заметить только в микроскоп, и даже такие, что и в микроскоп не разглядеть. И есть крошечные капельки жидкости, которые находятся в воздухе в виде пара и тумана…

Вот почему на поверхность каждого предмета осаждаются тысячи и миллионы частичек различных веществ. Происходит адсорбция (ты, конечно, помнишь уже это слово), и мы легко можем обнаружить ее в очень простом опыте.

Возьми маленькое зеркальце (можно и то, которым пользуются домашние, потому что ничего плохого с ним не случится). Очень тщательно вытри зеркало чистой тряпкой, чтобы на нем не оставалось видимых следов грязи. На зеркальце мы попробуем «перевести» рисунок с какой-нибудь металлической плоской пластинки. Ты можешь процарапать напильником на железной пластинке рисунок попроще или несколько букв; а если неохота возиться, то возьми просто медную монету.

На чистое зеркальце аккуратно положи пластинку с рисунком; прижимать ее не надо, пусть лежит свободно. Минуту спустя очень осторожно, чтобы зеркальце и пластинка не сдвигались друг относительно друга, подними пластинку и погляди на зеркальце. Ничего не видно? Что ж, как и в том случае, когда на поверхности появляются отпечатки пальцев, у нас получилось скрытое изображение, которое надо проявить. Мы ведь точно знаем, что молекулы различных веществ, которые

находились на поверхности металла и загрязняли ее, наверняка перешли на зеркальце, и не где-нибудь, а в тех местах, где металл вступил в прямой контакт со стеклом. Но как их обнаружить?

Собственным дыханием. Подыши на зеркальце несколько раз, и ты увидишь отпечаток того рисунка, который был на металлической пластинке. Скорее всего, этот отпечаток окажется слабеньким, но все равно он будет.

В опытах с известковой водой, когда ты дышал в воду через трубочку, ты выяснил, что в выдыхаемом воздухе всегда есть углекислый газ. Теперь пора сказать, что в нем обязательно присутствует и влага. Собственно, каждый ее видел, — на морозе изо рта вырывается пар. Вода, которая находится в том воздухе, что ты выдыхаешь, на морозе мгновенно охлаждается и превращается в крошечные холодные капельки, наподобие тех капелек, из которых состоит туман, а также облака. Так невидимые водяные пары становятся видимыми.

Вот эта влага из твоего дыхания и проявила отпечаток на зеркальце. На чистом стекле и на частицах грязи она осаждается по-разному. Чем чище поверхность, тем легче на ней оседают водяные капельки, а на загрязненных участках влага почти не задерживается. Так невидимая картинка становится видимой. То, что ты успел разглядеть на зеркальце, нарисовано, можно сказать, водой из твоего выдоха.

Поторопись разглядеть рисунок, потому что очень скоро он исчезнет. Что ж, можно подышать на него еще раз, потом еще и еще. Но отчего-то с каждым разом отпечаток становится все более блеклым.

Если бы он находился в открытом космосе или в глубоком *вакууме*, то есть в пространстве, откуда откачан почти весь воздух, то с поверхностью зеркальца ничего бы не произошло. Но в воздухе на него осаждаются новые и новые частицы, всевозможные посторонние молекулы, которые постепенно замутняют картину и делают ее почти неразличимой.

Если ты хочешь, чтобы картинка с самого начала была более отчетливой, перед опытом протри как следует зеркальце сухой шерстяной или синтетической тканью. И не столько для того, чтобы она стала почище, сколько для *электризации*.

Еще в древности было замечено, что при трении различных поверхностей на них возникают электрические заряды. Попробуй провести пластмассовой расческой несколько раз по волосам или потереть ею о шерсть или мех, а потом поднеси расческу к бумаге, порванной на мелкие клочки. Бумажные обрывки тотчас прилипнут к такой наэлектризованной расческе. Стекло тоже электризуется, когда его натирают тканью, и скапливающееся на

его поверхности электричество, пусть и очень слабое, помогает молекулам загрязняющих веществ быстрее переходить на зеркальце. А потом, когда ты дышишь на зеркальце, те же электрические силы притягивают и удерживают водяные капельки.

В последней главе этой книги есть много опытов с электричеством, но для них будут нужны батарейки или самые простые аккумуляторы. А сейчас, продолжая тему, поставим еще один опыт с наэлектризованными частицами.

Разломай простой карандаш, извлеки из него грифель и мелко истолки его, чтобы получился порошок. К нему добавь немного (буквально каплю-другую) смеси бытового смазочного масла, которым смазывают, скажем, велосипеды и швейные машинки, с равным количеством бензина для зажигалок. Хотя бензина нужно совсем немного, не забывай, что он очень горюч, и следи, чтобы поблизости не было открытого огня.

У тебя получится черная графитно-масляно-бензиновая кашица. Растирай ее несколько минут, потому что при растирании идут сразу два полезных процесса: во-первых, графитовые частички становятся все мельче, а во-вторых, от трения они заряжаются, и в опыте это нам очень пригодится.

Закончив растирать, разведи кашицу новой порцией смеси смазочного масла с бензином, но теперь смеси возьми значительно больше и с еще большим вниманием следи за тем, чтобы поблизости не было огня. Разведи кашицу до такого состояния, чтобы смесь в пузырьке или в пробирке казалась почти прозрачной. Размешай ее еще раз, а потом возьми в руку расческу или стеклянную палочку, линейку из оргстекла и т. п. Потри такой пластмассовый или стеклянный предмет о шерстяную либо синтетическую ткань, чтобы он наэлектризовался. Это произойдет быстрее, если ты чуть-чуть смажешь его любым машинным маслом — можно тем же, из которого ты готовил смесь для разведения графитового порошка.

Палочку или расческу поднеси к сосуду с прозрачной на вид жидкостью. Когда ты это сделаешь, то частички графита, которые тоже наэлектризовались при трении, станут двигаться по направлению к твоей руке. Опять натри палочку или расческу, поднеси к сосуду — и так поступай пять-шесть раз. После этого вылей жидкость. В сосуде, где она была, как раз напротив того места, к которому ты подносил палочку или расческу, остался ясный черный отпечаток на стекле.

Такой опыт хорошо получается не только с графитом, но и с другими веществами, например, с обычной поваренной солью. Ее тоже нужно растереть хорошенько со смесью масла и бензина;

потом опыт ставят так же, как с графитовой кашицей. Поскольку поваренная соль белая, то после опыта, само собой разумеется, на стекле останется белый отпечаток.

Мы не раз используем в наших опытах поваренную соль, хлорид натрия. Это одно из самых ходовых в химии веществ, известное людям с древнейших времен.

Может быть, ты знаешь, что в старые времена соль очень высоко ценилась, и в некоторых странах ее использовали взамен денег. Такое почтительное отношение к поваренной соли было вызвано тем, что люди довольствовались обычно самородной солью, которая встречается нечасто, во всяком случае в доступных местах. Между тем есть на свете соляные озера, вода в которых буквально насыщена поваренной солью. И есть моря и океаны, в воде которых растворены миллионы тонн хлорида натрия…

Казалось бы, бери соль из морской воды, ее на Земле более чем достаточно… Так-то оно так, но кроме поваренной соли, хлорида натрия, в морской воде растворены и другие соли, которые нам ни к чему, во всяком случае, когда мы подсаливаем пищу. Вот это мы и проверим на опыте.

Если ты живешь не у моря (а скорее всего, так оно и есть), то можешь поступить двояко. Либо попроси кого-нибудь, кто едет к морю, привезти тебе бутылку морской воды (а если на каникулы ты сам отправляешься к морю, то и просить никого не надо), либо — и это, наверное, проще — купи в аптеке пакет морской соли.

Раствори немного соли в воде так, чтобы раствор по крепости напоминал обычную морскую воду, для чего на литр воды возьми граммов тридцать — пятьдесят морской соли. Точная пропорция не важна, да ее, собственно, и не существует, потому что в разных морях соленость воды различная.

Возможно, морская вода, приготовленная из сухой соли, окажется не очень чистой; в таком случае профильтруй ее через чистую ткань или через бумажный фильтр. А затем возьми глубокую тарелку и большую миску (или кастрюлю), в которую налей обычную воду из-под крана и поставь ее нагреваться. Эта большая миска (или кастрюля) будет служить тебе водяной баней, на которой ты будешь выпаривать морскую воду.

Итак, поставив тарелку с морской водой на водяную баню, следи за тем, что происходит. Первое время, пока морской воды испарилось немного, никаких изменений нет. Но потом, по мере испарения, в осадок начинают выпадать растворенные в воде соли. В каком именно порядке, зависит от состава морской соли, но всегда первым выпадает в осадок сульфат кальция. Это вещество ты, вероятно, знаешь, но под другим названием:

сульфат кальция — это гипс. Его очень часто применяют в строительстве, в искусстве и в медицине, потому что гипс имеет замечательную способность твердеть и превращаться в белый камень, соединяясь с водой.

Когда белый осадок гипса появится на дне тарелки, ее надо осторожно вынуть из водяной бани (надеюсь, ты понимаешь, что это надо делать не голыми руками, а взяв плотную тряпку, чтобы не обжечься). Как только жидкость немного остынет, профильтруй ее через чистую ткань или бумажный фильтр и продолжай выпаривать оставшийся прозрачный раствор. Вскоре после этого начнет выпадать в осадок как раз та соль, которую мы и старались добыть, — хлорид натрия.

Вновь осторожно, чтоб не обжечься, извлеки тарелку и профильтруй ее содержимое. Белый влажный осадок, который останется на фильтре, высуши на воздухе, а рассол можешь нагревать дальше. По мере нагревания из него начнут выпадать в осадок другие соли, прежде всего соли магния, которые, как ты, наверное, помнишь, входят в число солей жесткости (как и соли кальция). Именно благодаря им морская вода чрезвычайно жесткая, стирать в ней обычным мылом решительно невозможно, оно даже не пенится.

Та поваренная соль, которую ты получил выпариванием, для еды не годится. Чтобы употреблять такую соль в пищу, требуется дополнительная очистка, которую дома, скорее всего, не сделать. В промышленности же такую соль вместе с примесями вполне можно использовать. Если так, то и ты можешь воспользоваться ею для тех химических опытов, в которых участвует поваренная соль.

Из оставшегося рассола попробуем извлечь какое-нибудь вещество, содержащее магний. Для этого смешаем рассол с известковой водой, и тогда выпадет белый осадок. Он называется гидроксидом магния, это очень полезное для промышленности вещество. А еще из рассола можно извлечь йод, но такой опыт мы даже не будем начинать, потому что нам он не под силу. Чтобы получить всего-навсего один грамм йода, пришлось бы испарить примерно двадцать тонн морской воды…

И еще об одном способе извлечения поваренной соли из морской воды. Как ты думаешь, лед, который плавает зимой в морях, — он пресный или соленый? Скажу сразу: он пресный. Айсберги, даже самые большие, тоже сплошь из чистой пресной воды. Есть даже проекты, как буксировать такие айсберги к берегам Африки и Южной Америки, к пустыням и засушливым степям, там их растапливать и использовать полученную воду для питья и стирки…

Лед в море всегда пресный, то есть когда образуется лед, соли в него не переходят, а остаются в воде. Этим свойством мы и попробуем воспользоваться, чтобы получить поваренную соль.

Немного морской воды поставь в морозильную камеру холодильника; можешь использовать для этого формочку, в которой получают лед. Поскольку ты взял не водопроводную, а морскую воду, вся она в лед не превратится. Аккуратно отдели пресный лед от рассола. Так как лед теперь почти не содержит солей, то рассол, как нетрудно догадаться, содержит эти соли в гораздо большей концентрации, нежели исходная морская вода.

Как и в предыдущем опыте, испаряй рассол на водяной бане. Но так как крепость его намного выше, то соли будут выпадать из него в осадок значительно быстрее и в большем количестве.

Очередное чудо будет тоже из разряда поучительных. Мы с тобой получим натуральный каучук. Тот самый каучук, из которого делают шины, галоши и мячи.

Основу любой резины составляет гибкий, упругий каучук, способный невероятно сильно растягиваться и сжиматься, а потом вновь принимать прежнюю форму. Натуральный каучук получают из сока некоторых растений, главным образом — бразильской гевеи, которую специально для этого выращивают в жарких краях, и не только в Бразилии, но и во многих странах Азии и Африки. Гевея — это вечнозеленое дерево из семейства молочайных. Стоп! Молочайных на свете очень много; так нельзя ли получить каучук из других растений, содержащих белый млечный сок?

Можно, хотя такой каучук будет хуже по своим качествам, чем полученный из гевеи. Но для того чтобы убедиться в такой возможности и получить самостоятельно хоть каплю натурального каучука, мы поставим несложный опыт с каким-либо доступным молочайным растением.

Если ты решил заняться этим опытом в летнее время, то вряд ли найдется более доступное растение, чем одуванчик. Впрочем, вместо него ты можешь взять любое другое растение с млечным соком и испытать его на присутствие веществ, напоминающих каучук. А еще проще будет воспользоваться листьями фикуса — очень распространенного комнатного растения. В этом случае уже не придется ждать лета, потому что фикус, как и гевея бразильская, вечнозеленое растение. Губить его мы не будем, нам вполне хватит двух-трех листьев, а для фикуса это невеликая потеря.

Итак, возьми несколько одуванчиков или листьев фикуса и выжми из них сок, насколько это возможно. Добавь к соку несколько капель раствора хлорида кальция или хлорида аммония. Под действием этих веществ начнет разрушаться

оболочка, которой окружены в соке частички каучука. А когда такая оболочка разрушена, то крохотным частичкам, которые плавают в соке, ничто не мешает объединяться, сливаться в более крупные частицы.

Перемешай смесь. Хотя каучуковые частицы в ней уже стали слипаться, это на глаз пока незаметно. Добавь к смеси немного спирта или одеколона. Капельки каучука после этой операции можно будет увидеть невооруженным глазом.

Плавающие в жидкости капельки отдели от раствора, например, процедив их через марлю, а потом раствори в нескольких каплях бензина. У тебя получился раствор натурального каучука.

Конечно, из этого каучука нам не приготовить настоящей резины; честно говоря, даже если это и удалось бы, такая резина вряд ли окажется прочной. Но убедиться в эластичности извлеченного из сока каучука ты сможешь без труда. Капни бензиновый раствор на стекло и подожди, пока растворитель не испарится. На стекле ты увидишь прозрачную, очень тонкую пленку высохшего каучука. Аккуратно отдели ее от стекла и попробуй, как она растягивается и сжимается. После такого испытания уже не остается сомнений — это действительно эластичный каучук.

Прежде каучук из гевеи был, собственно, единственным эластичным материалом, и всю резину готовили из него. Сейчас его заметно потеснили синтетические каучуки, то есть такие, что получены на заводах, *синтезированы* искусственно из других веществ. Разнообразных синтетических материалов — и не только каучуков — в мире становится все больше. Ведь возможности природы не безграничны. Спору нет, шерсть — замечательный материал, но чтобы одеть все человечество в шерстяные платья, свитера и кофты, понадобилось бы разводить так много овец, что на них могло бы просто не хватить корма. Хлопчатобумажные ткани тоже очень хороши, но нельзя отдавать все земли под хлопок, надо где-то выращивать пшеницу и картофель, яблоки и абрикосы.

Таких примеров можно привести множество. Ну а где же выход? Что касается нашей одежды, то выход, конечно, в том, что наряду с хлопком и шерстью необходимо делать искусственные волокна. Из них удается приготовить пряжу и ткань, которая не хуже той, что сделана из природных материалов. Впрочем, если говорить честно, сегодня синтетические ткани кое в чем уступают все же натуральным. Но совсем немного. И не будем забывать, что люди много тысячелетий выращивают волокнистые растения и разводят овец, а история искусственных волокон насчитывает

самое большее несколько десятилетий. Так что у материалов, придуманных химиками, все еще впереди…

Давай поучимся делать *искусственное волокно*, и не какое-нибудь, а шелковое. Готовить его будем почти так же, как на фабрике, только в несколько меньшем количестве…

Самые известные искусственные волокна, похожие на шелковое, — это вискозное и ацетатное. Но с теми веществами, которые есть у нас под рукой, такие волокна, наверное, не получить. А вот самое первое (и совсем неплохое) волокно такого рода — медноаммиачное волокно — у нас, пожалуй, получится.

Приготовь медноаммиачный раствор. Пять чайных ложек медного купороса раствори в небольшом количестве воды, добавь чайную ложку кальцинированной соды и размешай. В склянке образуется новое вещество — основной карбонат меди (основной — от слова «основание»). Перелей раствор в какую-нибудь чистую жестянку, например в отмытую консервную банку, и нагрей на слабом огне, чтобы испарялась вода. На дно выпадет осадок. Аккуратно вылей из банки остаток воды, остуди осадок и переложи на листок промокашки — пусть подсохнет.

Этот порошок — одна составляющая медноаммиачного раствора. А вторая, как нетрудно догадаться, — аммиак, раствор которого называют нашатырным спиртом. Однако аптечный аммиак для нашей цели слабоват. В хозяйственных магазинах продают более крепкий, 25-процентный раствор аммиака. Имей в виду, что у него сильный запах, после работы (или даже во время работы) проветривай комнату. Или ставь опыт на балконе. Аммиака тебе нужно совсем немного, 20–30 мл. Если у тебя есть мензурка, то отмерь это количество, а если нет, то прими во внимание, что в столовую ложку примерно входит 20 мл жидкости.

В раствор аммиака добавь чайную ложку порошка, полученного из медного купороса, закрой пузырек резиновой или пластмассовой пробкой и взболтай как следует. У тебя получится темно-синяя жидкость. Разлей ее в два пузырька поменьше, подобрав к каждому пробку. В первый пузырек добавляй порциями обычную вату, закрывая пробкой и хорошенько встряхивая. Во второй — точно так же клади мелкие клочки промокательной бумаги. Дождись, чтобы растворы стали густыми, как сироп. Такие растворы называют *прядильными*, потому что из них можно прясть волокна. Но сначала попробуем получить материал в виде хлопьев.

Налей в стакан немного разбавленного уксуса. Капай в него не торопясь любой из приготовленных тобою прядильных растворов. Сразу же выпадут хлопья. По составу они точь-в-точь

как волокно, которое мы хотим приготовить. По составу, но не по виду…

Поступим так: нальем уксус в стакан и добавим каплю прядильного раствора. Капля начнет опускаться на дно, густея на ходу и оставляя за собой след в виде нитки. Попробуй подцепить ее пинцетом или лучинкой. После тренировки это удается; но еще лучше ставить опыт вдвоем, чтобы один капал раствор, а другой тащил нитку.

Совсем хорошую нить, гладкую, ровную и блестящую, можно сделать медицинским шприцем, Или иголкой от шприца, вставленной плотно в резиновую трубку, Набери прядильный раствор в шприц (или в резиновую трубку; свободный конец трубки закрой деревянной заглушкой либо подходящей пробкой). Налей уксус в какую-нибудь плоскую посуду, скажем в старую тарелку, и аккуратно выдавливай жидкость, нажимая на поршень шприца или сдавливая резиновую трубку, Попроси товарища захватить нитку пинцетом и осторожно протянуть ее через уксус в тарелке. Если потренироваться, то удается даже намотать эту нить на катушку.

На фабрике, в принципе, поступают так же: продавливают раствор через очень тонкие отверстия и окунают в ванну, где волокна становятся твердыми, гибкими и глянцевыми, как и положено шелковым волокнам. Пусть и искусственным.

Теперь — поучительный опыт из области фотографии. Возможно, ты знаешь, что в состав *светочувствительных эмульсий*, которыми покрыта фотопленка и фотобумага, входят соли серебра. Эти соли под действием света распадаются, и при этом образуются кристаллики металлического серебра; в таком виде серебро окрашено в черный цвет, Вот вкратце главный принцип черно-белой фотографии.

С солью серебра ты недавно имел дело: когда ставил опыты со студнями. Только у тебя был ляпис, нитрат серебра, а он для фотодела не годится, Тут нужен, скажем, хлорид серебра. Получить его из нитрата легче легкого — достаточно провести реакцию с обычной поваренной солью, хлоридом натрия.

Приготовь раствор ляписа и раствор поваренной соли. Прежде чем их смешивать, вспомни о том, что у тебя должно образоваться вещество, чувствительное к свету. А если так, то смешивать надо в темноте (не обязательно в полной темноте, но во всяком случае при хорошем затемнении). Как только растворы будут соединены, в осадок выпадет искомый хлорид серебра — белый мелкий порошок, Слей раствор и выложи осадок ровным слоем на листке промокательной бумаги. Сверху прикрой слой хлорида серебра каким-нибудь другим бумажным листиком с

вырезанным на нем узором или же калькой, на которой тушью что-нибудь нарисовано либо написано. На несколько секунд вынеси это сооружение на солнечный свет или положи его под яркую лампу. Те участки, которые не были прикрыты, очень быстро потемнеют: это из хлорида серебра выделилось на свету черное металлическое серебро.

Такое изображение будет очень непрочным. Если ты хочешь его сохранить, придется поступить так же, как в настоящей фотографии: сначала проявить в растворе проявителя (и тогда засвеченные места станут еще более темными, отчетливыми), а потом закрепить в растворе закрепителя (и тогда будет удален тот хлорид серебра, который не разложился под действием света). Вот теперь можно выносить изображение хоть на самый яркий свет — ничего с ним не сделается. Как с самой настоящей черно-белой фотографией.

Напоследок — самый короткий опыт из числа поучительных. Короткий, но эффектный.

Набери полстакана воды, растворы примерно половину чайной ложки тиосульфата натрия (гипосульфита), капни пять-шесть капель уксуса и размешай. Ничего не происходит. Не торопись, подожди! Через несколько минут раствор внезапно, сам по себе, помутнеет. Сколько пройдет времени? Это зависит от того, много ли ты насыпал гипосульфита. Но если так, то почему бы не сделать химические часы? Давай сделаем. Приготовь раствор гипосульфита — несколько более крепкий, чем в предыдущем опыте (возьми или больше порошка, или меньше воды). Половину этого раствора перелей в пузырек, а остаток разбавь водой до прежнего объема. Половину перелей во второй пузырек, а то, что осталось, опять долей водой. Половину — в третий пузырек, остаток смешай с водой — и в четвертый пузырек. Все.

Поставь четыре пузырька в ряд и быстро капни в каждый по нескольку капель уксуса. Положи перед собой часы с секундной стрелкой и отметь время. Через равные промежутки времени жидкость в пузырьках будет мгновенно мутнеть.

Но что же поучительного в этом красивом опыте? То, что не все реакции, даже с известными уже веществами, проходят на один манер. И недаром, прежде чем строить цех, в котором будут готовить какое-нибудь важное и нужное вещество, химики долго, иногда годами, тщательно изучают в колбах и пробирках десятки и сотни реакций.

И это, надо тебе сказать, очень интересное занятие.

Журнал наблюдений

Глава пятая. Летние чудеса

Ни зимних, ни весенних, ни осенних чудес в этой книжке нет, а летние есть. Отчего так?

Оттого, что, во-первых, навряд ли ты проводишь летние каникулы в безделье, и несколько химических опытов будут в это время очень кстати. И во-вторых, превращения, о которых ты узнаешь в этой главе, возможны летом, и только летом: для них нужны растения. Причем большей частью не комнатные, а те, что растут в поле или на огороде. Так что выхода нет: летом — или никогда…

Для летних чудес требуются:

Мыло, стиральный порошок, стиральная (кальцинированная) сода, стеариновая свеча, нашатырь (хлорид аммония), бензин (или скипидар), раствор аммиака, медный купорос	**из хозяйственного магазина;**
Фенолфталеин, настойка иода, нашатырный спирт, перекись водорода, соляная кислота, перманганат калия («марганцовка»), зубной порошок	**из аптеки;**
Растительное масло, поваренная соль, минеральная вода, уксус (или лимонная кислота)	**из продовольственного магазина или из домашних запасов.**

Кое-какие сугубо летние опыты ты уже ставил: когда собирал окрашенные растения для приготовления индикаторов, когда извлекал хлорофилл из зеленых листьев. Если же ты эти опыты пропустил, сейчас самое время наверстать упущенное. Возможно, обстоятельства не позволят тебе заняться химическими опытами летом. Тогда запаси хотя бы впрок листья и лепестки, высуши их и спрячь. А как-нибудь позже, когда представится возможность, приготовь из них, как рассказано в первой главе, самодельные индикаторы.

Первым делом запасемся кое-какими растениями: из них мы будем готовить настоящие краски. Но прежде чем отправиться в поле или в лес, прочти объяснения, не слишком долгие.

До XIX века люди не знали иных красителей, кроме тех, которые поставляла им природа. Для красок брали размолотые камни, обожженные земли, цветные глины. А когда надо было окрасить ткань для одежды, то употребляли красильные растения.

Иногда кору, иногда листья, корни, стебли, цветы.

Сейчас почти все красители делают на химических заводах. Лишь иногда, очень редко, кое-какие природные вещества используют для художественных красок. И все реже можно встретить названия, которые прежде были общеизвестны: красный сандал, индиго, кампешевое дерево, кармин.

Любопытно бы проверить, в самом ли деле старинные красители так хороши. Но кампешевое дерево растет в Южной Америке… И все же кое-что можно раздобыть, не отправляясь в далекие страны. В привычных нам растениях тоже есть красящие вещества. Их-то мы и извлечем. А чтобы не зря стараться, приготовим самодельные *акварельные краски*, то есть растворимые в воде.

Способ извлечения красителей из всех растений один и тот же: измельчи, положи в чистую эмалированную посуду и долго, несколько часов, кипяти в воде на маленьком огне, чтобы получился крепкий отвар. Поскольку посуда при этом может окраситься, лучше новую кастрюлю не брать. Вымыв посуду как следует, можешь готовить в ней следующий отвар.

Имей в виду, что отвар должен быть в меру густым, а не совсем как водичка; если он жиденький, то подержи его еще на огне без крышки, чтобы часть воды испарилась. Досуха упаривать не надо: все равно потом придется растворять в воде.

Теперь очень важное замечание. Дальше я буду называть растения по именам, но вполне возможно (и очень даже вероятно), что ты не знаешь, как выглядят все эти травы, деревья и кусты. Посоветуйся с кем-нибудь, кто хорошо разбирается в растениях. Например, с учителем биологии. Или найди в библиотеке справочную книгу по ботанике. В таких справочниках есть обычно и описания растений, и их изображения.

Собирая растения, прояви умеренность. Для приготовления отвара вполне достаточно взять несколько экземпляров; сколько именно, заочно сказать трудно, но, во всяком случае, чем крупнее экземпляры, тем меньше их требуется. И безусловно, счет должен идти не на десятки, а на единицы.

С какого цвета начнем? С красного!

Чтобы получить красный краситель, приготовь отвар из стеблей зверобоя и для яркости добавь немного уксуса. Другой вариант: отвар из корня подмаренника. Третий: из корней конского щавеля (в этом случае добавь к отвару немного квасцов). Четвертый вариант: из ольховой коры, которую до этого надо три-четыре дня вымачивать в воде.

Предвижу вопрос: а почему не приготовить краситель из чего-нибудь более привычного, скажем, из свеклы? Потому, что краска

будет нестойкой. И еще потому, что свекольный сок чутко реагирует на изменение кислотности. Даже для леденцов и сладких кремов берут не свекольные отвары, а другие, более стойкие — скажем, из черного винограда.

Желтый цвет тоже распространен в природе. Для красителя годятся цветы подмаренника, кора орешника, листья, ягоды и кора ольховидной крушины, любые части дрока красильного. Если же взять плоды барбариса, то получится краситель лимонного оттенка. А из стеблей и листьев чистотела — оранжевый.

Перейдем к зеленому красителю. Казалось бы, его можно сделать из любых листьев, но это совсем не так. Хлорофилл, который ты умеешь добывать из листьев, в воде не растворяется и для акварельных красок не годится. Впрочем, ярко-зеленый отвар получается из листьев трилистника. Чуть более тусклый, серовато-зеленый краситель можно добыть из стеблей и листьев манжетки, предварительно измельченных (чем мельче, тем лучше).

Синий краситель советуют готовить из цветов живокости или корней птичьей гречишки. Но, пожалуй, самый яркий синий цвет получается, если корни девясила подержать перед варкой в нашатырном спирте.

Из сухой коры жостера можно сделать коричневый краситель. А еще проще приготовить отвар из высушенной шелухи репчатого лука.

Происхождение фиолетового красителя очевидно: из ягод черники или ежевики. А как бы получить черный цвет?

Можно отварить ягоды или корни воронца. Но это необязательно. Дело в том, что отвары, которые ты уже приготовил, чернеют в присутствии веществ, содержащих железо. Добавь к какому-либо отвару немного железного купороса — и черный краситель готов. Железный купорос продают в хозяйственных магазинах, но если вдруг его не оказалось, приготовь его из медного купороса, опустив в голубой раствор железные опилки.

Как только у тебя наберется несколько отваров, приступай к изготовлению краски. В нее надо бы ввести вещество, которое скрепит краску с бумагой. Можно добавить немножко клея, приготовленного на воде, например казеинового или поливинилацетатного. Но это и ненадежно и неинтересно. Поступим так, как поступали в старину настоящие мастера приготовления красок.

Воспользуемся тем, что эти чудеса — летние, и добудем липкое вещество с вишневого, сливового или абрикосового

дерева.

На стволах фруктовых деревьев собирается липкая смола, которую называют *камедью*. Сними, стараясь не запачкаться, несколько кусочков камеди (дереву это не повредит) и растворите в воде с добавкой уксуса (в воде без кислоты растворение идет очень медленно). Воды возьми немного больше, чем камеди. Заготовь раствор сразу для всех красок, которые ты собираешься сделать. Для каждого цвета тебе понадобится примерно 5 — 10 г такого клеящего раствора.

Другая составная часть краски — вещество, которое не даст ей растекаться по бумаге, то есть достаточно густое вещество. Например, патока, мед. Или если жалко переводить вкусные вещи, то аптечный глицерин. Раствор камеди смешай с равным количеством глицерина. Если же ты остановил свой выбор на меде, возьми его втрое меньше, чем глицерина.

Вещества, добытые из растений, легко портятся, как еда, которую держат не в холодильнике. Чтобы твоя краска не загнивала и не покрывалась плесенью, добавь в нее несколько капель какого-нибудь жидкого дезинфицирующего вещества. Скажем, раствора фенола (он же карболовая кислота), раствора резорцина или крезола — что найдется в ближайшей аптеке.

Перемешай тщательно все составные части будущей краски и последним добавь густой отвар красителя. Возьми его примерно столько же, сколько у тебя получилось основы для краски. Не забудь разделить ее на несколько порций, по числу заготовленных отваров. Размешай еще раз как следует — и самодельная краска готова.

Может быть, тебе покажется странным, что она жидкая, а не твердая, в плитках. Однако художники нередко пользуются именно такой краской; ее продают в тюбиках и называют полужидкой. Краска собственного изготовления, наверное, уступит фабричной, зато сделана своими руками.

Из твоей самодельной краски мало-помалу испаряется вода, а это ей не на пользу. Если ты решил сохранить краску надолго, до осени или до зимы, обязательно перелей ее в плотно закрывающиеся склянки, скажем, в аптечные пузырьки с резиновыми пробками.

Надеюсь, что работа с природными красителями доставит тебе удовольствие. При желании можешь продолжить ее, но с другой целью: не для рисования, а для окраски ткани. Заодно познакомишься с одним из самых древних и уважаемых ремесел — с ремеслом красильщика.

Только, пожалуйста, не пытайся сразу покрасить вещь, имеющую хоть какую-нибудь ценность. Возьми несколько чистых

хлопчатобумажных или льняных лоскутков, желательно белых, а если имеешь дело с шерстяной пряжей, то отмотай немного. Раствора приготовь немного, в миске. А когда убедишься, что опыт прошел успешно, что у краски подходящий цвет и держится она прочно, тогда можешь переходить от опыта к практике, попросив разрешения у старших. Но помни: вещь, которую ты собираешься покрасить, должна быть из того же материала, что и в опыте. И пусть все-таки она будет не новой и не дорогой…

Чтобы природная краска получилась яркой и не смывалась первой же каплей воды, ткань в былые времена *протравливали*, то есть держали в горячем растворе квасцов, купороса или другого вещества. Поступай так же: кусок хлопчатобумажной или льняной ткани или пряжу подержи в горячем растворе квасцов, а потом клади в горячий отвар. Будь осторожен, следи за тем, чтобы не обрызгаться и не обжечься. Доведи отвар до кипения, убавь огонь, и пускай ткань прокрашивается примерно полчаса. Потом дай ей остыть, не вынимая из миски.

Отвар для крашения тканей должен быть значительно жиже, чем для акварельных красок. Если будешь использовать один из запасенных тобою отваров, то разбавь его водой. Как именно — сказать трудно. Подбери крепость раствора опытным путем. Краска получится бледной — добавь отвару, слишком густой и темной — подлей воды.

Вот несколько растений, из которых раньше готовили красящие растворы для тканей. Луковая шелуха: после действия квасцов льняная или шерстяная ткань становится желто-красной, после железного купороса — зеленой. Корень ревеня дает болотный цвет после железного купороса. Кора ольхи: темно-красный цвет. Кора ясеня: синий цвет. Листья березы: серо-зеленый цвет.

Размолотые зерна сырого кофе, отваренные с добавкой стиральной соды, окрашивают шерсть в зеленый цвет, если предварительно протравить ее в растворе квасцов.

Пора переходить к другим летним опытам. Но если тебе не хочется расставаться с крашением, то вот задание для самостоятельной работы: проверь красящие действия других растений. Годятся ли они для акварельных красок и для тканей? Надо ли брать протраву и какую именно? Не исключено, что тебе удастся найти такое сочетание, которое прежде никому не было известно. Вот и получается, что вроде бы ты недавно стал заниматься химическими опытами, а гляди-ка — уже можешь сделать скромное открытие…

Займемся цветами, которые и сами, без нашей помощи, окрашены природными красителями. В прошлом веке была такая

мода: писать имена гостей на цветочных лепестках и раскладывать лепестки на столе, возле тарелок, чтобы каждому гостю было ясно, какое место за столом ему предназначено…

Принцип здесь тот же, что при работе с индикаторами: под действием кислоты или щелочи красящее вещество цветка приобретает новый оттенок. Если взять, скажем, лепестки розы, то написанное кислотой обычно краснеет, а щелочью — синеет или зеленеет.

У тебя широкое поле деятельности — можешь испытать самые разные лепестки. Купи в канцелярском магазине несколько тонких перышек и ручку. Меняя раствор, которым ты пишешь на лепестках, не забудь промыть перо чистой водой. Старайся оставлять на лепестке линии потоньше. Вместо пера можешь взять иголку или тонкую кисточку.

Теперь о кислотах и щелочах. Испробуй уксус, раствор лимонной кислоты, аптечную соляную кислоту. Прими к сведению, что сильная кислота может прожечь лепесток насквозь; если так случится, разбавь ее водой. Но не слишком, потому что очень слабая кислота может вообще не оставить следов. Что касается щелочей, то испытай раствор стиральной соды и нашатырный спирт; правда, при этом раствор тоже может оказаться слишком или недостаточно крепким.

Цветки, на которых ты будешь писать, я не стану называть: выбери их сам. Годятся и садовые, и домашние цветы: например, узамбарская фиалка, цикламен, примула. Так что опыт можно при желании поставить и зимой.

Имей в виду, что не все вещества обязательно будут действовать на лепесток. Не удалось сделать надпись — смени раствор, ни один из твоих растворов не дал результата — что ж, придется взять лепестки другого цветка.

Ты уже добывал из растений индикаторы, моющие вещества, красители. Это далеко не все, что есть в растениях, но остальные вещества трудновато добыть простыми средствами. Разве что *ингибиторы*…

Есть такие вещества, которые замедляют химические реакции, мешают им идти с положенной скоростью. Это и есть ингибиторы.

Представь себе, что железную деталь надо очистить от ржавчины. Сдирать напильником или наждачной шкуркой долго и не очень приятно; но если опустишь деталь в кислоту, того и гляди, она разъест вместе с ржавчиной и само железо. В таких случаях нужны ингибиторы: они замедлят реакцию кислоты с железом.

Один из ингибиторов с длинным названием «гексаметилен

тетрамин» (или уротропин) продается в аптеке — разумеется, совсем для других целей. Но, наверное, интереснее добыть ингибиторы из растений. Помни: трех-четырех экземпляров растений достаточно — ведь ингибитора понадобится немного.

Из того, что растет на огороде, представят интерес картофель, помидоры и мак. Тебе потребуются листья и стебли, поэтому дождись, пока будет собран урожай, а потом бери образцы для испытаний. Годятся и некоторые дикие растения: тысячелистник, алтей лекарственный, чистотел.

Ингибитор будем извлекать экстракцией. Измельчи листья и стебли и залей слабым раствором соляной кислоты (аптечную кислоту разведи равным или несколько большим количеством воды). Посуду, в которой ты проводишь экстракцию, накрой крышкой и оставь примерно на неделю, чтобы раствор кислоты извлек побольше веществ из стеблей и листьев. Если кислоты нет, можно взять вместо нее бензин или ацетон, но в этом случае надо плотно закрывать посуду и держать ее в таком месте, где нет и не может быть огня: бензин и ацетон горючи.

Когда зелень настоится, приготовь раствор, который будет снимать ржавчину с железа. К 100 мл аптечной соляной кислоты добавь 5 мл заготовленного экстракта; воспользуйся мензуркой или мерным стаканчиком. Если деталь не очень ржавая, то возьми кислоту пополам с водой.

Теперь смело можешь класть в раствор железную деталь. Через несколько минут она заблестит как новенькая, а железу — никакого вреда. Для проверки опусти какую-нибудь ненужную ржавую железку просто в раствор кислоты и посмотри, что из этого выйдет.

Пожалуйста, делая этот опыт, будь осторожен, так как и одна капля разбавленной кислоты может испортить одежду. Как только закончишь опыт, сразу вылей остатки раствора. Если ты собираешься использовать очищенную деталь, вымой ее под струей воды.

Несколько слов о том, почему растительные ингибиторы мешают кислоте разъедать железо. Молекулы некоторых веществ, содержащихся в растениях, закрепляются на поверхности металла. Они не дают молекулам кислоты подойти к железу и таким образом защищают его.

Напоследок — чудеса иного рода. Поглядим, как растения ухитряются без всяких насосов качать воду снизу вверх, от корней к листьям.

Возьми свежую морковку, срежь ботву и сверху, там, где у морковки лунка, вставь стеклянную трубку. Налей в стакан воду и поставь в нее морковку стоймя. Придумай, как укрепить ее, чтобы

она не падала. До половины трубки налей подсоленную воду и понаблюдай, что будет дальше.

А будет вот что: жидкость в трубке начнет подниматься. Если все проделать аккуратно, то вода, может статься, даже выльется из трубки. Это морковка перекачивает воду из стакана, заставляя ее двигаться вверх. Так же она ведет себя на грядке, когда ты поливаешь ее водой. Соль нужна лишь для того, чтобы опыт шел быстрее.

Если есть терпение, можно обойтись и без соли. Прямо на клумбе, примерно в 10 см от земли, срежь стебель отцветшего георгина или табака. Надень на остаток стебля короткую резиновую трубку, вставь в нее стеклянную трубочку и привяжи ее к колышку, вбитому рядом. Если резиновая трубка сидит на стебле неплотно, замажь место соединения пластилином. Теперь — за поливку. Поливай обильно, и очень скоро в стеклянной трубке появится жидкость. Постарайся взять трубку поуже и сделай соединения поплотнее — жидкость поднимется быстро и высоко.

То же явление можно обнаружить и без всякой трубки. Полей хорошенько какое-нибудь небольшое растеньице, скажем настурцию, и накрой его перевернутой банкой. Довольно скоро на листьях появятся капельки воды.

Попробуем разобраться, в чем тут дело. Для скорости будем работать с моделью растения. Моделью нам послужит сахарный сироп.

В маленькой кастрюльке разогрей воду и, пока она еще теплая, насыпь в нее столько сахару, чтоб он больше уже не растворялся. Заполни этим сиропом стакан доверху и закрой листком целлофана или пергамента, хорошо размоченным в воде (листок должен стать мягким). Туго обвяжи листок ниткой и проследи, чтобы под ним не осталось пузырьков воздуха. Такое устройство — это увеличенная в тысячи раз модель растительной клетки.

Поставь стакан в банку и налей сверху воды, чтобы она закрыла стакан. Через несколько часов листок раздуется и образует пузырь. Размоченный листок служит перегородкой. Он пропускает через себя молекулы воды, но задерживает гораздо более крупные молекулы сахара. Такие перегородки называют *полупроницаемыми*. Что же происходит, когда по одну их сторону вода, а по другую сироп? Молекулы воды стараются проникнуть в стакан и разбавить крепкий сахарный раствор. В результате стакан переполняется жидкостью и листок принимает форму пузыря.

Примерно то же происходит в растительных клетках,

заполненных клеточным соком. В нем растворены важные для жизни растения вещества. Вода, стараясь разбавить сок, идет от корней к листьям. А излишек ее испаряется через крохотные отверстия, которые есть в каждом зеленом листе.

Ломтик лимона или разрезанную пополам ягоду садовой земляники посыпь сахарной пудрой — сразу же начнет выделяться сок. Он проникает через перегородки в растительных клетках и разжижает раствор сахара, который образовался на поверхности лимона или клубники (садовой земляники).

Из овощей тоже выделяется сок, если их посолить. Когда квасят капусту, сок образуется очень быстро и без всякой воды. Ты уже знаешь почему.

Стебель травы и ствол дерева пронизаны тонкими и тончайшими сосудами. Такие узкие трубочки — *капилляры* — помогают воде, да и любой жидкости, двигаться снизу вверх без посторонней помощи. Самые тонкие из них работают, как хороший насос.

Срежь несколько стеблей и веток разных растений. Например, стебли крапивы и тюльпана, ветку сирени. Воду, слегка подкрашенную чернилами (лучше красными), налей в несколько банок. Перед самым опытом обрежь под водой стебли и ветки и поставь их в подкрашенную воду. Через несколько часов вынь растения и сделай несколько срезов — вдоль стебля и поперек стебля. Рассмотри их через лупу: подкрашенная вода сделала сосуды растений видимыми. Но зачем надо было обрезать ветки под водой?

Налей в тарелку подкрашенную воду, опусти в нее не очень тонкий стебель и отрежь кусочек под водой. Такой же стебель срежь на воздухе и тоже поставь его в подкрашенную воду. Через несколько минут вынь оба стебля, разрежь вдоль и погляди, в каком из них краска продвинулась дальше.

В тоненьких сосудах растений легко могут появиться воздушные пробки. Они обязательно помешают воде подняться вверх, к листьям и цветам. И растение скоро завянет. А когда стебель срезают под водой, воздушной пробки нет.

Теперь можешь с полным основанием советовать другим: перед тем как ставить цветы в вазу, их надо обрезать под водой — ведь ты же доказал это с помощью эксперимента. Воде легко будет проникнуть к цветам, и они надолго сохранят свежесть.

Последний опыт в этой главе целиком подводный. Он покажет тебе, как идет одна из важнейших на земле реакций — реакция *фотосинтеза*, в ходе которой зеленые листья под действием света выделяют кислород — газ, жизненно необходимый всему живому на земле. Не будь на нашей планете

зеленых растений и фотосинтеза, не было бы ни животных, ни людей…

Сам опыт достаточно прост.

Для него надо раздобыть небольшой аквариум или хотя бы двухлитровую стеклянную банку. Сосуд непременно должен быть прозрачным — не забудь, что кислород образуется под действием света. А воду в этот сосуд можно налить любую — колодезную, речную, из крана. Чтобы опыт шел быстрее, не помешает добавить с четверть стакана минеральной воды. Содержащиеся в ней соли служат питанием для растения. В сосуд с водой положи любое аквариумное растение. Накрой растение перевернутой стеклянной (обязательно прозрачной!) воронкой, а на ее носик надень перевернутую пробирку.

Рядом с аквариумом или банкой, примерно в полуметре или немного ближе, поставь настольную лампу, включи ее и направь свет на растение под воронкой. Время от времени поглядывай на растение, наблюдай, как оно себя ведет. Несколько часов спустя в пробирке соберется заметное количество газа. Аккуратно извлеки пробирку из сосуда, быстро переверни ее горлышком вверх и введи внутрь погасшую, но еще тлеющую тонкую лучинку. Тотчас лучинка вспыхнет, а это верный признак того, что в пробирке кислород.

Однако, может быть, ты считаешь, что свет не так уж нужен для образования кислорода? Прекрасно: поставь точно такой же опыт в темноте.

АНИЛИН

Глава шестая. Сладкие чудеса

Ты уже не раз заглядывал в кухонный шкаф, чтобы достать оттуда вещества для химических опытов. Ничего удивительного в этом нет. Наверное, и даже скорее всего, первыми химиками на земле были женщины, которые готовили пищу, в то время как мужчины уходили на охоту. В кастрюле с борщом или на противне, где покрывается румяной корочкой пирог, идет одновременно столько сложных химических превращений, что и нынешние химики, очень много знающие, не всегда могут до конца в них разобраться.

Для сладких чудес требуются:

Сахар, лимонная кислота, крахмал, фруктовый сок	**из продовольственного магазина или из домашних запасов;**
Глюкоза, нашатырный спирт, нитрат серебра (ляпис), настойка иода, зубной порошок, краситель метиленовый синий (метиленовая синь), глицерин, перекись водорода	**из аптеки;**
Медный купорос, синька, стиральная сода, несколько капель серной кислоты (обратись за помощью к взрослым!)	**из хозяйственного магазина.**

Чтобы не запутаться, давай возьмем для опытов что-нибудь доступное и хорошо изученное. Например, сахар. Тем более что, занимаясь летними чудесами, ты уже ставил с ним кое-какие опыты. Тот сахар, что в сахарнице, носит химическое имя *сахарозы. Его* ближайшие родственники, сладкие и не очень, зовутся так: *сахара.* Или так: *углеводы.* Это одно и то же.

Сахарозу ты можешь лизать, грызть, класть в чай и кашу. Для того она и предназначена. А все другие вещества, которые получатся в опытах, без специального разрешения не пробуй. Не то сладкие чудеса обернутся горьким разочарованием.

Необычное явление, которое ты сейчас увидишь своими глазами, с научной точки зрения очень сложно. А делается просто. И не надо никаких веществ, кроме сахара. Запасись двумя-тремя кусками рафинада да столовой ложкой песку, желательно крупного, в виде кристалликов. Вот и все пока.

Нет, не все, еще нужно темное помещение. Скажем, ванная, чулан, стенной шкаф. Предупреди, чтобы не открывали несколько

минут дверь и не включали свет. Посиди в темноте, чтобы привыкнуть к ней, чтобы зрение стало острее. А потом — за опыты. Их всего два.

Первый опыт — с рафинадом. Крепко зажми кусок сахара в руке и с силой чиркни им несколько раз по какой-нибудь не очень гладкой поверхности. Скажем, по цементу. Или по шероховатой плитке, которой настилают полы в ванных комнатах и на лестничных клетках. Если ты подберешь подходящий материал и наловчишься чиркать по нему кусочком сахара, то глаз, привыкший к темноте, заметит, как за сахаром будут тянуться светящиеся полосы. Правда, они почти сразу гаснут.

Может быть, у вас дома есть кофейная мельница с прозрачной крышкой. В таком случае попробуй смолоть в ней кусок рафинада (опять же, разумеется, в темноте). И на этот раз сахар будет отчетливо светиться. Но отчего?

Когда ты прижимаешь кристаллики сахара к твердой поверхности, то благодаря сильному трению вспыхивают крошечные электрические искорки. Так короче всего можно объяснить это чудо. У второго чуда объяснение то же; для него тебе потребуется ступка с пестиком, хорошо бы фарфоровая.

Как и прежде, останься на несколько минут в темной комнате. Заранее насыпь в ступку немного сахарного песку. Привыкнув к темноте, не спеша, круговыми движениями растирай песок. Потом двигай пестик быстрее, быстрее, еще быстрее. И вот уже в ступке светится холодным голубым светом кольцо из мельчайших искр.

Когда потренируешься, когда опыт будет получаться у тебя безупречно, можешь пригласить с собой в темноту зрителей. Помни, что если опыт со ступкой делать не торопясь, не убыстряя движения, то вместо кольца будут появляться отдельные искры — и это тоже производит впечатление.

Перейдем теперь к превращению сахара. В столовую ложку, желательно старую, положи сахарного песку и подержи над огнем. Образуется клейкая, коричневая, приятно пахнущая масса, именуемая жженым сахаром, или *карамелью*. Возможно, ты видел, как мама или бабушка готовили ее для кулинарных надобностей; мороженое крем-брюле приобретает цвет и запах тоже благодаря жженому сахару. Его, понятное дело, на вкус пробовать можно — если ложка была чистая.

А что будет, если нагреть кусок сахара прямо на огне? Проверим. Зажми кусочек сахара пинцетом или щипцами и внеси его в пламя свечи или спички. Сахар никак не загорается. А когда держишь его подольше, то появляется знакомый запах карамели и коричневатая окраска.

Чуть-чуть изменим опыт. Прямо на кусок сахара насыпь немного пепла от сигареты (и это, насколько я знаю, единственный случай, когда от курения есть хоть какой-то толк — не для здоровья, конечно, а для химического опыта). Итак, насыпав пепел и поднеся кусок сахара к пламени, ты увидишь, что на этот раз он загорается! Правда, сахар горит не очень ярко и по ходу горения плавится, но все-таки горит. Что с ним произошло?

Занимаясь летними чудесами, ты испытывал содержащиеся в растениях ингибиторы. То есть такие вещества, которые замедляют химические реакции. И может быть, подумал тогда: а вдруг бывают вещества и с противоположным действием — такие, что не замедляют, а, напротив, ускоряют реакции?

Такие вещества действительно есть. Их называют *катализаторами.* Во всей огромной химической промышленности найдется не так уж много реакций, которые обходятся без катализаторов. Когда реакция идет недостаточно быстро, для нее подбирают катализатор — и дело ускоряется в десятки и сотни раз.

Вещества, которые содержатся в табачном пепле, послужили катализатором горения сахара. А в следующем опыте катализатором будет кислота. С ее помощью ты превратишь один сахар в два. Говоря точнее, превратишь сахарозу (ту, что в сахарнице) в *глюкозу* и *фруктозу*. Глюкозу называют также виноградным сахаром, а фруктозу — фруктовым сахаром.

На заводах, готовящих для нас вкусные вещи, скажем сиропы и варенья, часто совершают такое превращение. Ты знаешь, что домашнее варенье засахаривается, когда оно долго стоит без употребления. Из жидкости выделяются кристаллы сахара, прямо как в опытах по кристаллизации. Они хрустят на зубах, и вообще, варенье совсем не то, что было раньше…

С тем вареньем, которое продается в магазине, такая беда случается гораздо реже. Смесь глюкозы и фруктозы, то есть виноградного и фруктового сахара, почти не кристаллизуется при хранении. Получают же ее при нагревании из обычного сахара, используя при этом катализатор. В промышленности — серную кислоту. Но она едкая, с ней лучше дела не иметь. Мы вполне обойдемся лимонной кислотой, гораздо более слабой, зато безопасной, даже если ее немножко съесть.

Четыре-пять ложек сахарного песку раствори в половине стакана горячей воды. Стакан должен быть с тонкими стенками (иначе он может лопнуть). Еще надежнее взять эмалированную кружку. Прямо в горячий раствор брось щепотку лимонной кислоты или, если есть желание и возможность, выжми сок из

четверти лимона. В этом соке, разумеется, тоже есть лимонная кислота.

Поставь стакан или кружку с раствором в кастрюльку с кипящей водой, то есть на водяную баню, и подержи там с полчаса. Внешне вроде бы ничего не изменилось, но на самом деле с сахаром произошли серьезные превращения. И сейчас ты в этом убедишься.

Отлей немного раствора во флакончик и добавь к нему несколько капель раствора красителя метиленового синего. Этот краситель используют как лекарство и продают в аптеке; но можно взять и разведенную в воде синьку для белья, синие чернила для авторучек. Влей в пузырек немножко нашатырного спирта или раствора стиральной соды, поставь в горячую воду и наблюдай за окраской. Очень скоро содержимое пузырька станет почти бесцветным. Поставь точно такой же опыт с обычным раствором сахара — окраска и не подумает изменяться. Значит, с сахаром действительно произошли какие-то изменения. Каждая его молекула распалась на две, размером поменьше: на молекулы глюкозы и фруктозы. Оба эти вещества сладки и съедобны, но химические их свойства не совсем те же, что у сахарозы.

Такую смесь называют обычно *инвертным сахаром*. Устроим ему еще одно химическое испытание.

Налей в пробирку немного щелочи — нашатырного спирта или прокипяченного раствора стиральной соды. Добавь несколько капель раствора медного купороса. Сразу же появится голубой осадок вещества, которое называется гидроксидом меди. Жидкость аккуратно слей, а к осадку гидроксида добавь пипеткой несколько капель приготовленного тобою раствора инвертного сахара. Встряхни пробирку несколько раз, разумеется, закрыв ее. Осадок растворится, образуя темно-синий раствор.

Но это еще не все. Нагрей пробирку с темно-синим раствором в кипящей водяной бане. Сначала раствор пожелтеет, потом станет оранжевым, а в конце концов на дно выпадет красный осадок. Обе эти реакции указывают определенно на то, что в нашем сладком растворе присутствует глюкоза. Чтобы окончательно убедиться в этом, купи в аптеке глюкозу в таблетках, раствори одну-две таблетки в воде и проделай обе реакции с медным купоросом и щелочью. Они пойдут в точности так же.

Глюкоза содержится не только в винограде (хотя ее и назвали виноградным сахаром), а в очень многих овощах и фруктах. Повтори тот же опыт с яблочным, грушевым, морковным или огуречным соком. Натри немножко яблока, груши и т. д. на терке, выжми сок и процеди его через марлю, а затем поступай с ним в

точности так же, как с раствором инвертного сахара. К нему, кстати, нам пора уже вернуться. Пока ты брал пробы и изучал яркие реакции, содержимое стакана или кружки, надо полагать, совсем остыло. Нагрей смесь глюкозы и фруктозы на водяной бане, но на этот раз грей подольше, чтобы вода из стакана испарялась. Раствор будет мало-помалу сгущаться и желтеть. Довольно скоро он станет напоминать мед…

Ничего удивительного. Упаренный раствор инвертного сахара с добавкой меда или медовой эссенции — это искусственный мед. Его продают в магазинах и используют обычно для готовки, потому что он намного дешевле настоящего. Дело в том, что и пчелиный мед состоит на три четверти из глюкозы и фруктозы. Охлади полученную тобой густую жидкость, добавь к ней немного натурального меда, размешай и попробуй на вкус: совсем неплохо.

Опыт можно повторить, взяв вместо лимонной кислоты апельсиновый сок. Или любой другой кислый сок. Или даже некислый, но с добавкой лимонной кислоты. Ты получишь очень разные, но неизменно аппетитные сиропы, которые можно смело есть, так как ты брал для них съедобные и вкусные продукты.

Если искусственный мед покажется тебе недостаточно густым, возьми раствор сахара покрепче и держи его на водяной бане подольше, чтобы испарилось больше воды. Но не вздумай греть для скорости прямо на огне; получишь не мед, а коричневую карамель.

Обратил ли ты внимание, что приготовленный сироп, даже если он очень густой, не кристаллизуется, а остается жидким? В том-то и дело. Варенье на инвертном сахаре и вправду почти не засахаривается. Так что смело можешь советовать старшим, когда они решат варить варенье: если ягоды или фрукты по своей природе не кислые, то перед концом варки не мешает добавить лимонной кислоты. Твой совет вдвойне ценен, потому что даешь ты его не понаслышке, а на основании опыта, поставленного своими руками…

Говорят, не все то золото, что блестит. А мы добавим: не все то сахар, что сладкое. Вот, например, глицерин. На вкус он отчетливо сладкий, и даже название его в переводе с древнегреческого означает «сладкий». Но по химическому строению глицерин относится к так называемым многоатомным спиртам, а никак не к сахарам…

Давай проведем красивую реакцию, которая позволит нам отличить глицерин от настоящего сахара — глюкозы, не пробуя эти вещества на вкус.

Прокипяти раствор стиральной соды и разлей его в две

пробирки (или в два пузырька). В одну пробирку добавь примерно равное количество глицерина, в другую — столько же раствора глюкозы. Затем капни поочередно в оба пузырька несколько капель голубого раствора медного купороса. В обеих пробирках выпадет голубой осадок, который легко растворится после встряхивания, образуя насыщенного цвета темно-синий раствор.

Для человека, уже изучавшего химию, ничего удивительного тут нет: глюкоза, как и глицерин, содержит спиртовые группы, а значит, некоторые реакции у этих веществ должны идти одинаково. Но в общем эти вещества не очень похожи, и различие можно обнаружить уже в следующем опыте.

Темно-синюю жидкость в двух пузырьках нагрей на водяной бане. Следи за тем, как изменяется цвет. Раствор, содержащий глицерин, на нагревание никак не отреагирует — как был синим, так синим и остался. Но жидкость с глюкозой поведет себя иначе: из нее выпадет при нагревании желтый осадок, который при дальнейшем нагревании станет красным. Эта реакция характерна для многих сахаров, но не для глицерина.

А нельзя ли превратить глицерин в настоящий сахар? Я имею в виду сахар в химическом смысле слова, а не тот сахар, что в сахарнице. В химическом смысле — превратить можно. Но пробовать на вкус продукт, который получится в результате реакции, все же не надо. Мы опознаем его не по вкусу, а с помощью цветной реакции.

Тот самый раствор, который не желал менять синего цвета при нагревании, охлади до комнатной температуры и добавь немного, не больше двух капель, аптечной перекиси водорода. Размешай смесь и опять поставь ее на водяную баню, то есть в кастрюльку с горячей водой. И вот теперь она поведет себя почти так же, как раствор глюкозы: сначала пожелтеет, потом станет желто-красной, и в конце концов выпадет красный осадок. Глицерину, как ты помнишь, это совсем не свойственно, а свойственно только настоящим сахарам. Такое превращение произошло с глицерином под действием сильного окислителя — перекиси водорода.

Виноградный сахар (глюкозу) можно отличить от тростникового или свекловичного (сахарозы) еще по одной химической реакции, давно известной, простой и красивой. Называется она реакцией *серебряного зеркала*. Слово «серебряный» употреблено здесь не в переносном, а в самом прямом смысле: в ходе этой реакции на стекле появляется тонкий и блестящий слой серебра.

В аптеке купи пачку глюкозы, флакон нашатырного спирта и нитрат серебра. Должно быть, по опытам с фотографией и

кольцами Лизеганга ты помнишь это вещество, более известное, впрочем, под названием «ляпис». Как и раньше, для нашего опыта вполне пригоден и ляписный карандаш, несмотря на то что в нем содержатся кое-какие примеси.

Суть реакции серебряного зеркала заключается в том, что глюкоза, в отличие от сахарозы, способна восстанавливать металлическое серебро из его соединений. И это серебро, если опыт поставлен правильно, оседает в виде тонкого слоя на стеклянной стенке сосуда.

Очень важное предупреждение: сосуд должен быть совершенно чистым. Советую тебе вести эту реакцию в пробирке или в прозрачном пузырьке, предварительно отмытом, что называется, до полного блеска, причем не снаружи, а изнутри. Например, вот так. Сначала, вооружившись ершиком, вымой пузырек с содой или со стиральным порошком. Потом положи его в кастрюльку с той же содой (или порошком), поставь на огонь и прокипяти. Наконец, промой несколько раз проточной водой.

В очень чистый сосуд налей примерно 20 мл, то есть столовую ложку, обыкновенной воды. Добавь растолченную таблетку глюкозы — обычно она весит полграмма. Взболтай воду, чтобы таблетка полностью растворилась, отставь сосуд в сторону и займись вторым раствором.

Наконечник от ляписного карандаша раствори в небольшом количестве воды и добавляй по каплям нашатырный спирт. Сначала появится осадок. Продолжай капать нашатырный спирт, и осадок будет понемногу растворяться. Как только он совсем исчезнет, прекрати добавлять нашатырный спирт и разбавь образовавшийся раствор водой примерно вдвое.

Теперь вернись к сосуду с раствором глюкозы. Влей в него второй раствор, чтобы заполнить сосуд почти доверху, размешай, нагрей на водяной бане, в кипящей воде. Теперь тебе уже вряд ли надо напоминать, что ни в коем случае нельзя держать его голыми руками. Возьми бельевую прищепку или самодельную держалку из проволоки. А еще лучше — сделай такую держалку, чтобы ее можно было положить на край кастрюльки и освободить руки.

Как бы то ни было, если пузырек отмыт как следует, то очень скоро на его стенках образуется блестящее серебряное зеркало. Может быть, оно окажется не таким красивым, как хотелось бы. Тогда повтори опыт, взяв новый столь же чистый сосуд и попробуй изменять соотношение первого и второго растворов. Обычно приходится брать поменьше раствора ляписа или, что то же, побольше раствора глюкозы.

Сахароза не дает реакции серебряного зеркала. Хочешь верь,

хочешь проверь. А вот испытать раствор инвертного сахара очень советую. Опыт ставится так же, как с глюкозой, но самодельного инвертного сахара возьми в два-три раза больше. И еще посмотри, как будет вести себя какой-нибудь прозрачный сок из числа тех, которые, по твоим наблюдениям, содержат глюкозу. Возможно, что красивого зеркала на этот раз ты не получишь, но реакцию заметишь хотя бы по темным частичкам серебра, которые собираются в хлопья.

Напоследок займемся крахмалом. Не удивляйся, пожалуйста. Крахмал, хотя он и несладкий, тоже из семейства сахаров. Его огромная сложная молекула состоит из множества молекул глюкозы и других простых сахаров, соединенных одна с другой. В подходящих условиях крахмал распадается на составные части и становится сладким!

Но как бы нам обнаружить, что молекула крахмала, расщепляясь, становится меньше и меньше? С помощью йода. Помнишь, разбавленная йодная настойка окрашивает крахмал в синий цвет? Значит, чем меньше останется крахмала, тем слабее будет окраска. А когда все его молекулы распадутся на составные части, она и вовсе исчезнет.

В кастрюльку или в чистую консервную банку всыпь две чайные ложки крахмала, залей стаканом холодной воды, размешай и нагрей, все время размешивая, пока не получится прозрачный клейкий раствор — крахмальный клейстер. К нему надо добавить катализатор — кислоту. И тут возникает сложность. С лимонной кислотой молекулы крахмала будут расщепляться очень медленно. Уксус не годится, потому что он улетучивается при нагревании. По той же причине неудобно работать и с соляной кислотой: придется, во-первых, время от времени подбавлять ее в кастрюльку, во-вторых, хорошо проветривать помещение.

На заводах поступают так: добавляют немного разбавленной серной кислоты. Но я думаю, что тебе еще рано самостоятельно работать с таким едким веществом. Поэтому, пожалуйста, попроси старших приготовить тебе совсем немножко, буквально одну-две чайные ложки, разбавленной кислоты. Она продается в хозяйственных магазинах, но ради ложки не стоит покупать целую бутылку. Несколько капель кислоты можно одолжить у любого автомобилиста: серной кислотой заливают автомобильные аккумуляторы. Когда кто-либо из старших будет разбавлять для тебя кислоту водой — примерно вдесятеро, — то напомни ему, пожалуйста, что обязательно надо вливать кислоту в воду, а не наоборот, иначе можно обжечься. Даже несколькими каплями.

Когда серная кислота так сильно разбавлена, она уже не очень жгуча, но до дырки одежду может и проесть. Поэтому осторожно влей раствор кислоты в кастрюльку или банку с клейстером: там она так разбавлена, что уже совсем не опасна. Поставь смесь на слабый огонь, и пусть она себе потихоньку кипит. Если жидкость заметно выкипит, долей воды до прежнего уровня.

Вскоре после начала варки возьми пипеткой две-три капли горячей жидкости, капни на чистое стеклышко, дай немного остыть и другой пипеткой капни разбавленную йодную настойку. Как ты помнишь, должна появиться синяя окраска. Время от времени бери новую пробу смеси и проверяй ее йодом. Синяя окраска скоро сменится красно-бурой. Значит, дело идет на лад. Это образовались «осколки» молекул крахмала, их называют *декстринами*. А потом появляется вещество, похожее на сахарозу, — *мальтоза*, она же солодовый сахар. Мальтоза в свою очередь превращается в глюкозу, которую йод вообще никак не окрашивает. По мере того как крахмал с помощью катализатора — кислоты распадается на все более простые вещества, окраска с йодом будет меняться. Возможно, что полностью она не исчезнет, потому что готовый продукт — это не чистая глюкоза или мальтоза, а смесь многих веществ, которые образовались во время реакции. В таком виде его называют *патокой* и часто используют на кондитерских фабриках.

Но пока в патоке есть кислота, ее, разумеется, и в рот нельзя брать. Когда окраска от йода исчезнет вовсе или станет совсем слабой, прокипяти смесь еще пять — десять минут, сними с огня, слегка охлади и постепенно при размешивании добавь столовую ложку толченого мела или зубного порошка: с его помощью ты избавишься от кислоты. Она вступает с мелом в реакцию, при этом бурно выделяется углекислый газ, что очень удобно — пока смесь бурлит и появляется пена, ты знаешь, что кислота еще осталась. А как только пузырьки и пена исчезли — с кислотой покончено. Еще погрей жидкость на огне, чтобы выкипела лишняя вода, и процеди через марлю, сложенную в несколько слоев. У тебя получилась патока, которая, к сожалению, не так вкусна, как хотелось бы: она горчит из-за добавки мела. На заводах патоку очищают гораздо лучше, однако нам это недоступно. Так что попробовать ее можно, а вот есть — не советую…

В нашем организме, в желудке, крахмал тоже разлагается до мальтозы и далее до глюкозы. Причем без всякой кислоты (не говоря уже о серной). А катализаторами служат особые природные вещества, которые есть в любом живом организме. Называются они *ферментами*.

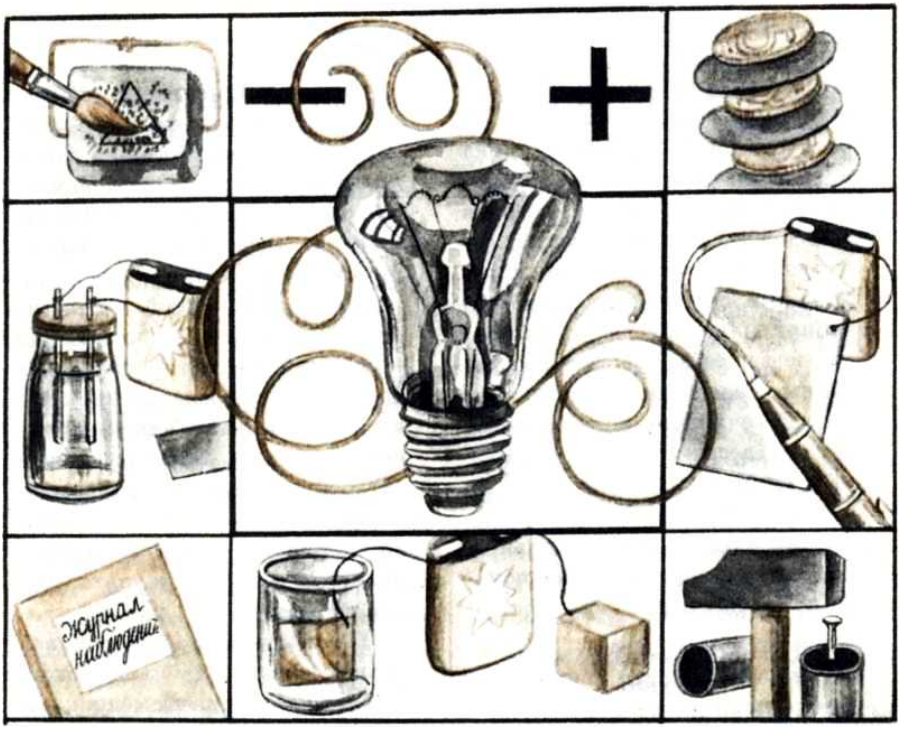
Как работает один из ферментов, ты сейчас увидишь своими глазами. Его имя-«амилаза», он содержится в слюне и умеет превращать крахмал в мальтозу. Что очень для нас важно, особенно когда мы едим картошку или хлеб, в которых много крахмала.

Чистой кипяченой водой прополощи рот примерно с минуту. Положи в воронку лист промокашки или сложенную в три-четыре слоя марлю, слегка смочи водой, вставь воронку в стакан и вылей в нее воду изо рта. У тебя получится чистый раствор слюны. Смешай его с равным количеством остывшего крахмального клейстера, перелей смесь в пузырек и поставь в стакан с теплой (около 40 °С) водой. Как и прежде, бери время от времени пробы с йодом на стеклышке. Окраска будет меняться в той же последовательности, как при реакции с участием серной кислоты. Но обрати внимание: на этот раз дело идет без всякого кипячения и гораздо быстрее. Уже минут через пятнадцать смесь перестанет окрашиваться йодом.

Катализаторы, созданные природой, действуют быстро и точно. Недаром химики стараются приспособить эти вещества так, чтобы они могли работать не только в живых организмах, но и в заводских аппаратах.

А вот и последнее из сладких чудес. Для него не потребуется ни пробирки, ни йода, ни ляписа. Вообще ничего, кроме кусочка белого хлеба.

Положи в рот немного хлеба и старательно, несколько минут, разжевывай. Ты почувствуешь, как на вкус он становится все более сладким. И уже не удивишься этому, потому что знаешь: так работает фермент амилаза, превращая совсем несладкий крахмал в сладкий сахар мальтозу.


Журнал наблюдений

Глава седьмая. Электрические чудеса

Так уж повелось с древних времен, что чудес должно быть ровно семь. Шесть вроде бы мало, а восемь — уже излишек.

Не станем спорить: семь так семь. Значит, эта глава будет в книжке последней. А к концу положено приберечь что-нибудь этакое…

Пусть это будут химические чудеса с участием электричества. Нет-нет, током тебя не ударит: более того, мы даже и близко не подойдем к электрической розетке. Нас вполне устроят батарейки для карманного фонарика.

Между прочим, знаешь ли ты, почему батарейки дают ток? Потому, что в них происходит химическая реакция. Про батарейки говорят, что они *химические источники тока*. Но если так, то не могут ли под действием тока идти какие-то необычные превращения? Могут. Наука, которая изучает такие превращения, носит название *электрохимии.* С помощью электричества в лабораториях и на заводах получают новые вещества, растворяют металлы, наносят один металл на другой, очищают воду. Словом, делают десятки и сотни полезных химических чудес.

Займемся тем же.

Для электрических чудес требуются:

Три-четыре батарейки для карманного фонарика, тонкие провода, медная проволока, фольга, изоляционная лента	из магазина электротоваров;
Фенолфталеин	из аптеки;
Стиральная сода, медный купорос, нашатырь (хлорид аммония)	из хозяйственного магазина;
Поваренная соль, уксус	из продовольственного магазина:
Гипосульфит	из фотомагазина

Как я уже говорил, сильный ток нам не нужен. Но не помешало бы научиться, как обнаружить слабый и очень слабый электрический ток.

Есть такой нехитрый способ: лизнуть одновременно оба контакта батарейки. Сразу на языке появляется кислый вкус. Чем он кислее, тем лучше батарейка заряжена. Совсем не кислый — батарейка негодная.

Но я этот способ никак не могу советовать. Во-первых, на контактах может оказаться грязь, а лизать языком неведомо что — ты ведь не какой-нибудь несмышленыш. Во-вторых, если батарейка совсем новая, то ощущение может оказаться довольно острым. Лучше поступить иначе. И кстати, результат будет нагляднее.

В майонезную банку налей воды, насыпь чайную ложку поваренной соли, размешай, пока она не растворится, и прибавь несколько капель раствора фенолфталеина. Закрой банку пластмассовой крышкой с двумя отверстиями (их можно, например, заранее проколоть шилом). В отверстия продень медные проволочки — так, чтобы они были погружены в раствор, но не соприкасались одна с другой. Это — прибор для обнаружения тока. Проверь его в работе. Присоедини проволочки к полюсам батарейки — ток сразу выдаст себя: у одной из проволочек раствор станет малиновым. Там из поваренной соли образовалась щелочь.

Но этот прибор умеет еще кое-что. Он может распознать, где у батарейки положительный полюс, а где — отрицательный. (Они всегда отмечены так: положительный полюс — знаком «+» отрицательный — знаком «—».) Обратил ли ты внимание, у какой проволочки раствор окрасился? Сколько ни повторяй опыт, малиновый цвет появляется у проволочки, соединенной с отрицательным полюсом. То есть с тем, где на батарейке нарисован «минус».

Чтобы не готовить каждый раз раствор заново, можно поступить и так: смочить им полоску фильтровальной бумаги или промокашки и пальцами прижать полоску к обоим полюсам батарейки. Возле отрицательного полюса бумажка покраснеет. Это очень удобно, когда нужно знать, где «плюс», где «минус», а обертка батарейки порвалась или испачкалась так, что ничего не разобрать. Имея такой индикатор электричества, можешь переходить к дальнейшим опытам. Сначала с помощью простейших средств попробуй сделать настоящий химический источник тока. Или, говоря проще, самодельную батарейку.

Тебе понадобится немного «серебряной» бумаги: у нее одна сторона действительно бумажная, а другая из металла, обычно из алюминия; «серебряная» она только с виду. В такую бумагу заворачивают чай и сигареты; ее продают иногда в магазинах для разных самоделок. Нарежь эту бумагу на кружки размером чуть меньше пятака. А заодно запасись и самими пятаками — обычными медными монетами. Ты их не испортишь: после опыта они будут ничуть не хуже, чем прежде.

Нарезанную «серебряную» бумагу смочи как следует

раствором поваренной соли. Пока она намокает, начисти до блеска десяток медных пятаков. А потом собери из бумажных кружков и пятаков стопку в такой последовательности: сначала «серебряная» бумага (бумагой вниз, «серебром» вверх), потом пятак, потом опять бумага и так далее; сверху окажется последний пятак. Возьми два гибких провода длиной сантиметров по двадцать и с концов аккуратно сними ножом изоляцию, чтобы обнажить медные жилки. Один провод положи под стопку, другой — на стопку и плотно примотай изоляционной лентой, чтобы медные жилки были хорошо прижаты: одна — к бумаге, другая — к верхнему пятаку. Батарейка готова.

Боюсь, что лампочка от такой батарейки все же не загорится. Но если соединить проводки с банкой-индикатором (или если приложить к ним смоченную раствором полоску промокашки), то через минуту-другую появится красная окраска. А это значит, что батарейка работает. Где у нее положительный полюс, где отрицательный, сам разберешься.

Если удастся вырезать кружки размером с пятак из алюминия, можно сделать более мощную батарейку. Между пятаками и алюминиевыми кружками клади промокашку, смоченную раствором соли; внизу, как и прежде, пусть будет бумага, вверху — пятак. Провода и изоляционная лента, конечно, тоже нужны.

Настоящая батарейка, хотя в ней совсем другие вещества, работает по тому же принципу. В ней есть положительные пластины и отрицательные пластины, а между ними какой-нибудь раствор, способный проводить электричество (как раствор соли). Каждые две пластинки — это *электрический элемент*. А много элементов — *батарея*. Наша состоит из десяти элементов. Батарейка для карманного фонарика содержит обычно три элемента. Можешь расковырять старую батарейку: в ней три металлических стаканчика.

Если уж ты добрался до стаканчика, то аккуратно разломай его и достань изнутри густую массу, которая окружает угольный стерженек. Эта масса состоит в основном из диоксида марганца. В старых батарейках она бывает обычно почти сухой. Соскреби ее, подсуши, разотри в порошок и добавь немного какого-нибудь клея. Намажь этой смесью листок «серебряной» бумаги со стороны металла и дай высохнуть, а потом нарежь бумагу на прямоугольники размером со спичечный коробок. Сложи из прямоугольников стопку таким образом, чтобы внизу была бумага, в середке — металл, а сверху — намазка. Приложи к стопке сверху и снизу проводки, обмотай изоляционной лентой и положи все вместе в спичечный коробок, оставив снаружи только

проводки. Это — еще один вариант батарейки. Проверь ее. Может случиться, что ты пересушишь намазку, и тогда батарейка работать не будет. В таком случае ее либо надо подержать недолго над паром, чтобы она набрала влаги, либо можно слегка увлажнить пасту раствором соли или нашатыря (хлорида аммония).

Самодельные батарейки дают маленький ток. Но если сделать несколько батареек, проверить их и соединить медными проволочками, тогда, вполне возможно, от такой объединенной батареи загорится маленькая лампочка и заработает микродвигатель от самоходной игрушки. А соединять надо *параллельно.* То есть положительные полюса с положительными, отрицательные — с отрицательными (надеюсь, ты не забывал помечать их знаками «+» и «—»).

Теперь я дам тебе совет, как заставить работать старую батарейку, которой, казалось бы, пришел конец. Может случиться так, что батарейка приемника «сядет» как раз во время интересной передачи. Или фонарик погаснет в сумерки…

Не спеши выбрасывать батарейку. Ее можно оживить. Большинство батареек — и для карманного фонарика, и для приемника — содержат известный тебе диоксид марганца в цинковом стаканчике. Со стаканчиком почти ничего не случается, а диоксид довольно быстро покрывается скорлупой из веществ, которые мешают электрохимической реакции. Вот если бы эту скорлупу разрушить…

Так разрушим вредную оболочку вокруг полезного вещества. Самый простой способ: постучи по батарейке молотком или камнем. Не очень сильно, чтобы не сломать ее, но и не очень слабо, чтобы все же разрушить скорлупу. Батарейка оживет, пусть и не надолго.

Есть способ оживления и понадежнее. Возьми гвоздь и молоток, пробей гвоздем отверстие в цинковом стаканчике (имей в виду, что в круглых батарейках только один стаканчик). А потом опусти батарейку в воду. Паста размокнет в воде, ей легче будет проникнуть к зернам диоксида марганца. Так можно продлить жизнь батарейки примерно на треть.

А если есть время, терпение и трансформатор для детской железной дороги, то старую батарейку можно зарядить заново. Но только в том случае, если она не повреждена, а паста внутри не полностью высохла. В таком случае с помощью банки-индикатора определи, где «плюс», а где «минус» у твоего трансформатора (это не опасно, напряжение небольшое), соедини «плюс» с «плюсом» батарейки, «минус» — с «минусом» и оставь на час-другой для зарядки. Поглядывай, чтобы на приборе не загорелась красная

лампочка. Если она зажжется, сразу отключай прибор: в батарейке произошло замыкание, зарядить ее уже невозможно.

Для дальнейших опытов нужны заведомо хорошие батарейки, новые или своими силами восстановленные. Удобнее работать с плоскими батарейками (для карманного фонарика). В следующем опыте их понадобится две, причем соединенные *последовательно* — «плюс» одной к «минусу» другой.

Возьми две полоски любого металла длиной сантиметров десять. Можешь вырезать их, например, из жести или из тонкого алюминия. С одной стороны проделай в пластинках небольшие отверстия и продень в них провода. Если провода с изоляцией, то не забудь счистить ее в том месте, где они соприкасаются с металлом.

Опусти пластинки в небольшую банку, скажем из-под майонеза. Расстояние между ними должно быть небольшим, несколько миллиметров. Чтобы они не соприкасались, положи сверху и снизу по комочку пластилина. Подвесь пластинки прямо на проводках, а как закрепить их — придумай, пожалуйста, сам.

Налей в банку воду, закрашенную любыми чернилами, чтобы жидкость была непрозрачной. Присоедини проводки к батарейкам. Спустя минуту-другую жидкость между пластинками начнет понемногу светлеть. На дне посреди банки соберутся темные частички. А наверху образуется грязноватая пена.

В состав чернил входят очень мелкие частички красителя. Под действием электричества они объединяются, слипаются. Тяжелые частицы, понятное дело, опускаются на дно. Но некоторые из них всплывают наверх вместе с пузырьками пены: их подхватывает газ, который образуется из воды под действием электрического тока.

Вот так электричество может очищать грязную воду. Правда, этот процесс очень дорогостоящ, поэтому применяют его в исключительных случаях. Но что это за газ из воды? И что вообще происходит с водой под действием тока?

Узнаем все это из опыта. В толстостенный стакан вставь в нескольких сантиметрах от дна вырезанный из фанеры кружок с двумя круглыми прорезями как раз такой ширины, чтобы в них плотно входил простой карандаш. Рядом с прорезями проколи шилом два маленьких отверстия, в которые могут войти тонкие изолированные проводки. Вставь в прорези две половинки хорошо очиненных карандашей. На другом их конце, неочиненном, сделай ножом зарубки, чтобы показался грифель, и намотай оголенные концы проводов. Медные жилки должны плотно прилегать к грифелю. Обмотай их изоляционной лентой, а если у тебя есть резиновая трубка, то натяни ее сверху, чтобы

изоляция наверняка была надежной.

Вставь кружок в стакан таким образом, чтобы очиненные концы карандашей торчали вверх (но не выше края стакана), поставь это сооружение на тарелку и налей до краев раствор стиральной соды (две чайные ложки на стакан воды). В две пробирки или в высокие пузырьки налей такой же раствор. Возьми одну пробирку, закрой ее пальцем, переверни и опусти в стакан. Под водой надень пробирку на карандаш. Поступи так же со второй пробиркой.

Соедини последовательно три батарейки («плюс» одной — к «минусу» следующей), а к крайним батарейкам подсоедини проводки, идущие от карандашей. Прибор включен. Стакан, говоря строго, называется *электролитической ванной*, раствор соды — *электролитом*, карандаши — *электродами*, а то, что происходит в ванне, — это *электролиз*. Но что там происходит?

В воде находятся заряженные частицы водорода. Они движутся к положительному электроду. И возле того карандаша, который присоединен к «плюсу» батарейки, поднимаются вверх пузырьки водорода. А у второго карандаша появляются пузырьки другого газа — кислорода.

Когда соберется полная пробирка водорода (он вытеснит почти всю воду), аккуратно вынь ее из раствора и, не переворачивая, поднеси спичку: водород вспыхнет и хлопнет, как хлопушка. А пробирку с кислородом прикрой под водой пальцем, извлеки, переверни и опусти в нее погасшую, но еще тлеющую лучинку: в присутствии кислорода она вновь разожжется.

Получается, что вода под действием электричества разлагается на водород и кислород. Это ее свойство нередко используют для получения газа водорода (а кислорода и в воздухе достаточно).

Но зачем класть соду? Просто для ускорения опыта. Вода очень плохо проводит электричество, и без соды наш опыт слишком бы затянулся.

С тем же прибором повтори опыт еще раз, взяв вместо соды поваренную соль. В одной пробирке, как и прежде, появится водород, а в другой — желтозеленый газ хлор. Помнишь, как называется на химическом языке поваренная соль? Хлоридом натрия.

Вообще-то хлор довольно ядовит, но ты получаешь его в очень малом и безопасном количестве. Пробирку с хлором и остатками раствора соли закрой пальцем, вынь из воды, переверни и встряхни несколько раз. В пробирке — хлорная вода, очень сильный окислитель. Чтобы убедиться в этом, добавь эту воду к слабому чернильному раствору — он сразу обесцветится.

Возле отрицательного электрода капни немного раствора фенолфталеина. Он покраснеет. Значит, получилась еще и щелочь. Действительно щелочь, причем сильная и часто употребляемая — едкий натр. Выходит, что под действием тока раствор обычной соли дает сразу три полезных вещества — водород, хлор и едкий натр. Поваренная соль, которую мы все ценим как необходимую приправу к пище, не менее высоко ценится и в промышленности: это очень важное сырье.

Теперь мы поставим еще один опыт с раствором поваренной соли. Правда, для промышленности он значения не имеет, зато выглядит гораздо красивее, чем предыдущий. Собственно, он мало чем от него отличается. Только вместо грифельных электродов, из простого карандаша, возьми на этот раз медные электроды. Ими могут быть тонкие медные пластинки, а еще проще вырезать два прямоугольника из медной фольги.

Красные медные прямоугольники поставь вертикально по краям небольшой пластмассовой ванночки или эмалированного поддона. Налей в ванночку раствор поваренной соли (соотношение воды и соли особого значения не имеет); пусть этот раствор покроет прямоугольники чуть больше, чем наполовину. Затем двумя проводками присоедини медные электроды к положительному и отрицательному полюсам батарейки для карманного фонарика. Опыт начался.

Следи за тем, что происходит в твоей электролитической ванне. Сначала, как и в прошлом опыте, возле обеих пластинок появляются маленькие пузырьки газа. Правда, на этот раз хлор не образуется — у обоих электродов выделяется водород. А щелочь у отрицательного электрода можно обнаружить и теперь. Но самое интересное впереди.

Минут через пять или десять в жидкости появятся зеленые хлопья. Это из хлорида натрия образовался (но не сразу, а по целой цепочке превращений) зеленый хлорид меди. Однако и это еще не все.

Оставь прибор включенным и вернись к нему примерно через час. Ты увидишь, что раствор пожелтел, а на дне появился желтый осадок. Щелочь, которая появилась у электрода, вступила в реакцию с одним из соединений меди и образовала очень тонкий осадок, который постепенно меняет цвет с желтого на красный. Такая перемена цвета еще быстрее происходит при нагревании, но оно в данном случае необязательно, потому что наш электролит немного нагревается сам по себе, под действием электрического тока. В конце концов красный осадок смешивается с желтым, образуя коричневатую массу на дне ванночки.

Может случиться так, что этот опыт не пойдет до конца, и превращения прервутся где-то на середине. Скорее всего причина в том, что батарейка «села» во время работы. Боюсь, что оживлением ей уже не вернуть былой силы, которая для этого опыта просто необходима. Поэтому замени старую батарейку свежей.

И еще одно наблюдение, которое я советую тебе сделать. Рассмотри внимательно оба электрода после опыта. Они покроются налетом: один — черным, другой — зеленоватым. Такие цветные пленки на меди мы с тобой поучимся готовить специально, но сделаем это немного позже.

В очередном опыте с электричеством мы будем растворять металл. Но поскольку такое занятие само по себе не очень осмысленно, то давай поступим так: будем растворять металл в определенном месте, чтобы в куске металла получилось сквозное отверстие. Иными словами, будем сверлить металл с помощью электрического тока.

Приготовь насыщенный раствор поваренной соли и налей его в блюдечко. Положительный полюс батарейки соедини проводком с какой-нибудь тонкой металлической пластинкой, например с лезвием бритвы. Последи, чтобы проводок плотно прилегал к металлу. Возьми карандаш с зарубкой и проводком из опыта с поваренной солью, присоедини проводок к отрицательному полюсу батарейки. Обломай заточенный грифель у карандаша и иголкой проковыряй его чуть глубже, чтобы образовалась выемка глубиной с полмиллиметра. Лезвие положи в блюдце с раствором соли и коснись металла карандашом.

Как только обломанный грифель приблизится к бритве, появятся пузырьки водорода. А лезвие начнет растворяться. И минут через десять в нем образуется сквозная дыра. Если же вместо бритвы положить в блюдце алюминиевую фольгу да взять новую батарейку, то отверстие появится через считанные секунды.

Опыт можно несколько видоизменить — не класть бритву или фольгу в блюдце с раствором, а оставить их в сухом месте. Но тогда придется обмакивать карандаш в соль, а на то место, где будет отверстие, придется капать воду. Время от времени надо протирать металл чистой тряпочкой и наносить новую каплю воды. Жесть от консервной банки сверлится таким способом достаточно быстро. А металл потолще требует более сильного тока. Что ж, в таком случае возьми не одну, а две или даже три батарейки, соединенных параллельно («плюс» к «плюсу»). И не забудь очищать лунку, а потом капать свежую воду и обмакивать карандаш в соль.

И еще одно электрохимическое сверло: из медицинского шприца с иголкой. В шприц набери раствор поваренной соли. В тарелку поставь перевернутый стакан, на его дно положи бритву или какую-нибудь пластинку, присоединенную к «плюсу» батарейки, а к «минусу» батарейки прицепи вторую проволочку. Другой ее зачищенный конец обмотай вокруг иголки шприца. Потихоньку надавливай на поршень, и тонкая струйка раствора с помощью тока быстро просверлит металл.

Теперь покроем один металл слоем другого металла. Например, белое железо красной медью.

Погоди-ка, ты уже опускал гвоздь в раствор медного купороса, и он становился красным от меди. Так зачем ток?

Затем, что без него слой меди на железе получается рыхлым, непрочным: проведешь по нему тряпкой — он и слезает. А нам надо, чтобы металл долго держался на металле. Меднение и другие подобные операции на заводе обычно проводят в ваннах, в которые наливают подходящий раствор и опускают деталь под током. Но не всегда такое возможно. Как быть, если надо покрыть металлом корабельную обшивку? В таких случаях придумывают специальные устройства. Вроде того, которое ты сейчас сделаешь.

Испорченную авторучку (не шариковую, а ту, что пишет чернилами) разбери и гвоздем вытолкни устройство, в котором держится перо. В баллон для чернил набери крепкого раствора медного купороса. С мягкого многожильного провода сними изоляцию, пучок проводков вставь плотно туда, где некогда находилось перо. Приспособление для рисования медью готово. Займемся тем, на чем рисовать.

Любую металлическую пластинку, лучше стальную, надо начистить до блеска наждачной бумагой, вымыть и положить в раствор стиральной соды, который должен покипеть несколько минут, чтобы на поверхности пластинки не осталось грязи. Потом еще раз промой ее чистой водой и присоедини пластинку проводком к отрицательному полюсу батарейки. Торчащий из авторучки пучок проводков соедини с положительным полюсом — и за работу.

Води не торопясь «пером» по пластинке, и она на глазах будет покрываться слоем меди. Поглядывай, чтобы проводки были смочены жидкостью. Когда жидкость будет на исходе, набери новую порцию раствора медного купороса; впрочем, для простоты можешь время от времени обмакивать перо в раствор. Но в любом случае следи за тем, чтобы проводки не касались пластинки: между ними всегда должен быть слой жидкости.

Если покрывать красным металлом гвоздь или вязальную спицу, то времени уйдет немного и одной батарейки вполне

хватит. На пластинку времени требуется побольше, и одной батарейки может оказаться недостаточно. Что ж, возьми две последовательно соединенные батарейки («плюс» к «минусу»); третья будет уже ни к чему. Когда слой меди нанесен, высуши пластинку и натри ее хорошенько мягкой шерстяной тряпкой. Медь заблестит, как умеет блестеть надраенная медь.

Но медь сияет до поры до времени. Старые медные и бронзовые предметы (а бронза содержит медь) покрываются зеленым налетом. Иногда от него стараются избавиться, а иногда, напротив, оберегают. Например, на старинных статуях.

Если хочешь, можешь сделать налет старины не за год и не за месяц, а за час-другой.

И тоже с помощью электрического тока.

Возьми кусок медной фольги или покрытую медью пластинку из предыдущего опыта. Присоедини проводок (если имеешь дело с фольгой, то проткни в ней отверстие для проводка), положи в раствор соды и прокипяти. Промой водой и опусти в слабый раствор уксуса, чтобы чистая медная поверхность не окислялась на воздухе. В стакане с водой размешай до растворения две чайные ложки нашатыря (хлорида аммония). Вынь пластинку из уксуса за проводник и промой под струей воды, стараясь не трогать медь руками. Опусти в раствор нашатыря и соедини проводник с положительным полюсом батарейки. К отрицательному полюсу присоедини проводком любой другой медный предмет, необязательно такой же чистый. Вскоре пластинка покроется матовым красным слоем. Минут через пять извлеки ее за проводок и, не касаясь руками, подвесь над столом. Внизу подставь тарелку или поддон, чтобы остатки раствора не капали на стол. Час спустя красный слой станет изумрудно-зеленым. Такой зеленый налет называют *патиной*. Или даже благородной патиной.

Когда патина образуется медленно, десятилетиями и веками, то и держится она долго. Мы получили ее за час, и жизнь ее исчисляется часами. Чтобы сохранить патину подольше, покрой ее каким-нибудь бесцветным лаком (например, нитролаком). За век не поручусь, но год жизни обещаю…

Це только патина придает изделиям из металла благородный оттенок старины. Почерневшее со временем серебро тоже выглядит очень красиво, и ценители искусства никогда не позволят надраить серебряное украшение до блеска: пусть на нем останется чернь. Более того, на некоторые изделия, особенно на чеканные, чернь наносят специально, чтобы детали казались более отчетливыми и рельефными.

Конечно, нам никто не разрешит экспериментировать с

драгоценным серебром, да мы и сами не станем этого делать: мало ли что может случиться с украшением! А почернить можно и медные, и латунные, и бронзовые предметы. Если ты сам или кто-то из твоих знакомых увлекается чеканкой, можно покрыть чернью чеканное украшение. Впрочем, для опыта годится любая медная или латунная пластинка.

Состав чернящего раствора очень прост: 5 г гипосульфита натрия (из фотомагазина) раствори примерно в столовой ложке воды и добавь чуть больше половины столовой ложки обычного 9-процентного уксуса. Не удивляйся, обнаружив в этом растворе желтую мутную взвесь. Так и должно быть, потому что под действием уксуса из гипосульфита высвобождается содержащаяся в нем сера.

Возьми кастрюльку такого размера, чтобы твоя медная Или латунная пластинка лежала на ней, опираясь краями. Налей в кастрюлю воду, вскипяти ее и положи вместо крышки пластинку, тщательно вымытую со стиральным порошком. Теперь пар, подымающийся над кипящей водой, будет все время нагревать пластинку, и она довольно скоро почернеет, если ты смажешь ее приготовленной раньше желтоватой смесью. Время опыта подбери сам: чем оно больше, тем гуще получается окраска. Может случиться так, что цвет будет скорее коричневым, нежели черным. Это значит, что нужно немного увеличить в исходной смеси количество гипосульфита и уксуса (или уменьшить количество воды).

Объяснение этой реакции очень просто: медь вступает во взаимодействие с серой, в результате образуется черное вещество, называемое сульфидом меди. Когда это соединение получено, надо снять почерневшую пластинку с кастрюльки и остудить ее, а потом протереть чистой тряпкой с каким-нибудь чистящим средством для посуды или хотя бы с зубным порошком. Это очень полезная операция, потому что она позволяет удалить излишек черноты и высветлить выпуклые участки, от чего рисунок становится ясным, объемным.

После такого осветления полезно отполировать предмет мягкой тканью с какой-нибудь полировочной жидкостью, но это уже на твое усмотрение. Если ты просто хотел познакомиться с чернением, то можно и не полировать. Если же решил сделать красивую вещь еще более нарядной, то вряд ли надо жалеть время на то, чтобы довести ее, как говорится, до полного блеска.

В следующем опыте сделаем с помощью электрохимии какую-нибудь вещицу прямо из раствора. Это называется *гальванопластикой.* Она очень полезна в тех случаях, когда у детали очень сложная форма и сделать ее другими способами

никак не удается. Скажем, копию с грампластинки — как в точности передать форму бороздок, незаметную даже глазу?

Грампластинку нам с тобой, пожалуй, не скопировать. А сделать какой-нибудь узор или монограмму, то есть свои инициалы, — это пожалуйста.

Возьми кусочек воска или парафина от свечки, разгладь поверхность как следует; возможно, придется слегка его подогреть в теплой воде. На гладком участке процарапай тонкой иглой неглубокий рисунок: узор, буквы — что тебе угодно. Извлеки грифель из простого карандаша и растолки его как можно мельче. Мягкой кисточкой нанеси грифельный порошок на рисунок. К поверхности, покрытой графитом, прижми по краям две тонкие медные проволочки и соедини их между собой. Подвесь этот слепок в стакане или в банке. Удобнее будет положить на край сосуда карандаш или палочку и к ним уже подвесить слепок — на нитке или на соединенных вместе проволочках. А по обе стороны от него подвесь две любые медные пластинки, хотя бы кусочки медной фольги. Проволочки от них соедини с «плюсом» батарейки, проволочки от слепка, покрытого графитом, — с «минусом».

Влей в сосуд раствор медного купороса (столовая ложка на стакан воды) и займись, пока суд да дело, чем-нибудь другим. Медь будет осаждаться часов пять, а то и больше. Можно бы и скорее, но тогда ее слой окажется непрочным. Поэтому наберись терпения. Больше одной батарейки тебе не понадобится, а если она не очень новая — тоже не беда…

Спустя несколько часов отсоедини проводки от батарейки и осторожно вынь восковой или парафиновый слепок. Аккуратнейшим образом опусти его в горячую воду. Податливый материал расплавится, а в руках у тебя окажется тонкий медный узор. Оторви его от проволочки — и опыт закончен.

А вместе с ним закончена книжка. Потому что это чудо было самым последним. Не вообще, а из тех чудес, которые предоставлены тебе на выбор. Если же тебе показалось, что их мало, — возьми другие книжки, полистай научно-популярные журналы, загляни в школьный учебник. Это всех только порадует. А ты сам станешь лишь еще умнее.

Химическая лаборатория для новичков закрывается. Хотя бы по той причине, что человек, проделавший столько опытов, никак не может считать себя начинающим химиком. Конечно, rw «в крупный знаток веществ и их превращений — до этого пока далеко. Но ведь и не новичок!

Так что на прощанье говорю с полным основанием: „До свидания, дорогой юный химик".

А еще не мешает почаще говорить „спасибо".

Так вот — спасибо всем, кто делал эту книжку.

А делали ее химики — ученые, инженеры, учителя. Надеюсь, ты не подумал, будто автор придумал все эти опыты сам, в одиночку? Правда, он собрал их вместе под одной обложкой — ему за них и отвечать, если что-то напутано или пропущено.

Делали ее и редакторы: они старались, чтобы книга была понятной, не слишком длинной, но и не очень короткой.

Рецензенты, ученые люди, заметили все неточности, а то и оплошности.

Корректоры, знатоки русского языка, следили внимательно, чтобы, например, слово «уксус» всюду было написано через два «у», а слово «порошок» — через три «о».

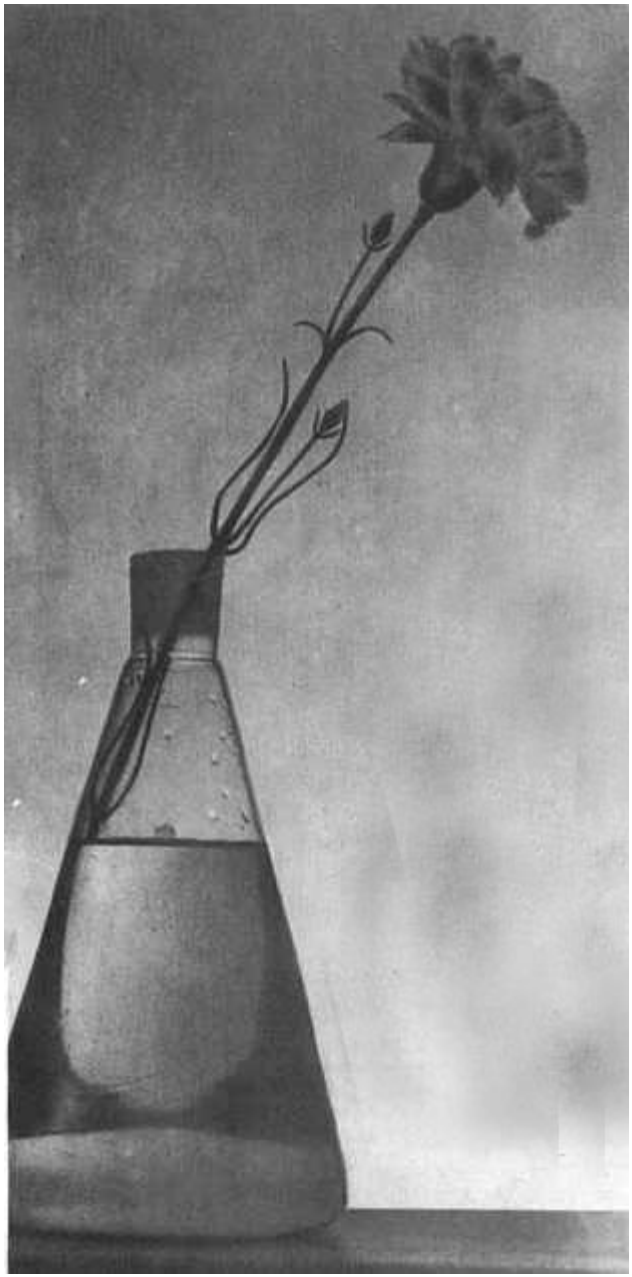
Старался фотограф, старались и художники…

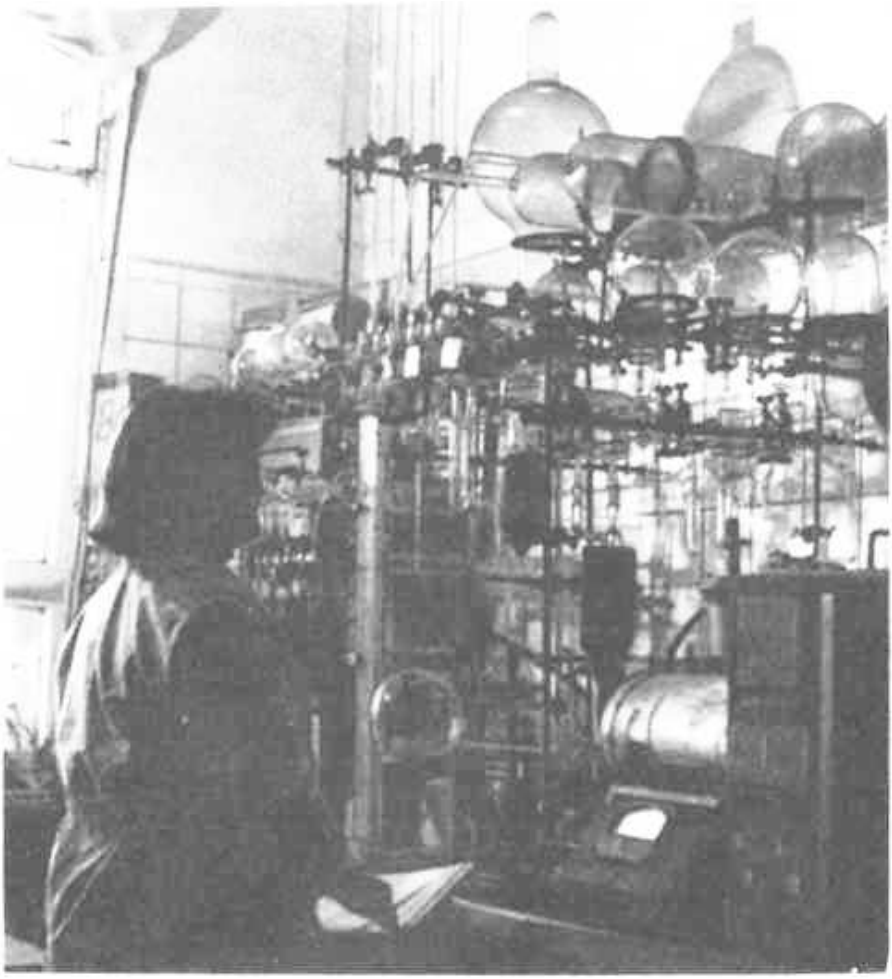
Наборщики набирали текст, печатники печатали…

Всем этим людям — большое спасибо.

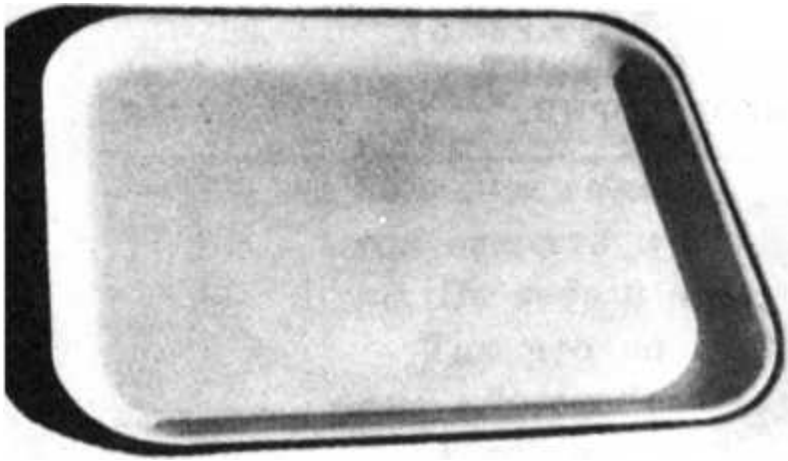
И ещё большое спасибо — тебе. За то, что ставил опыты, учитывал пожелания и не пренебрегал советами. За внимание и аккуратность. За то, что ты дочитал книжку вот до этой, прощальной страницы. И надо думать, прочтешь еще немало других книг — в том числе и по химии…

Помещенные здесь фотографии введут тебя в мир химической лаборатории



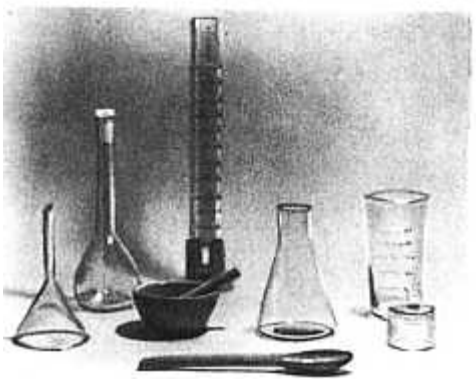


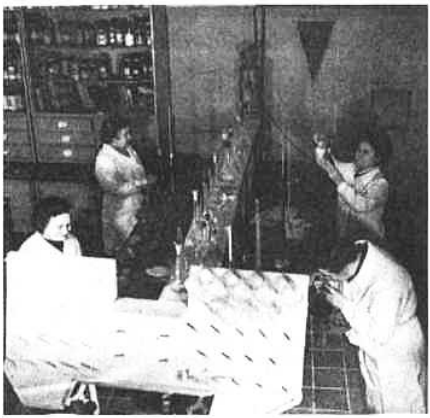
Почти все снимки сделаны с помощью ребят — участников химического кружка Московского дворца пионеров и школьников. Они познакомят тебя с некоторыми приборами и приемами работы.



Химические опыты нельзя начинать «на пустом месте». Сначала надо обзавестись самым необходимым. Когда ты найдешь себе место для домашней лаборатории, то во избежание неприятностей положи на рабочий стол клеенку, а сверху поставь поддон. Вещества для опытов можно хранить в аптечных склянках, пузырьках и коробочках; не забудь сделать этикетки с четкими надписями! Если ты не знаешь химических формул, пиши названия веществ словами. Посуду на первых порах тоже можно взять самую простую — хорошо вымытые склянки и флакончики из-под лекарств. Не забудь про стеклянную палочку для размешивания и ложечку или совок, которыми ты будешь набирать вещества. Пробки годятся любые — резиновые, корковые, стеклянные. А со временем, надо полагать, ты обзаведешься и настоящей химической посудой — как на нижнем фото.

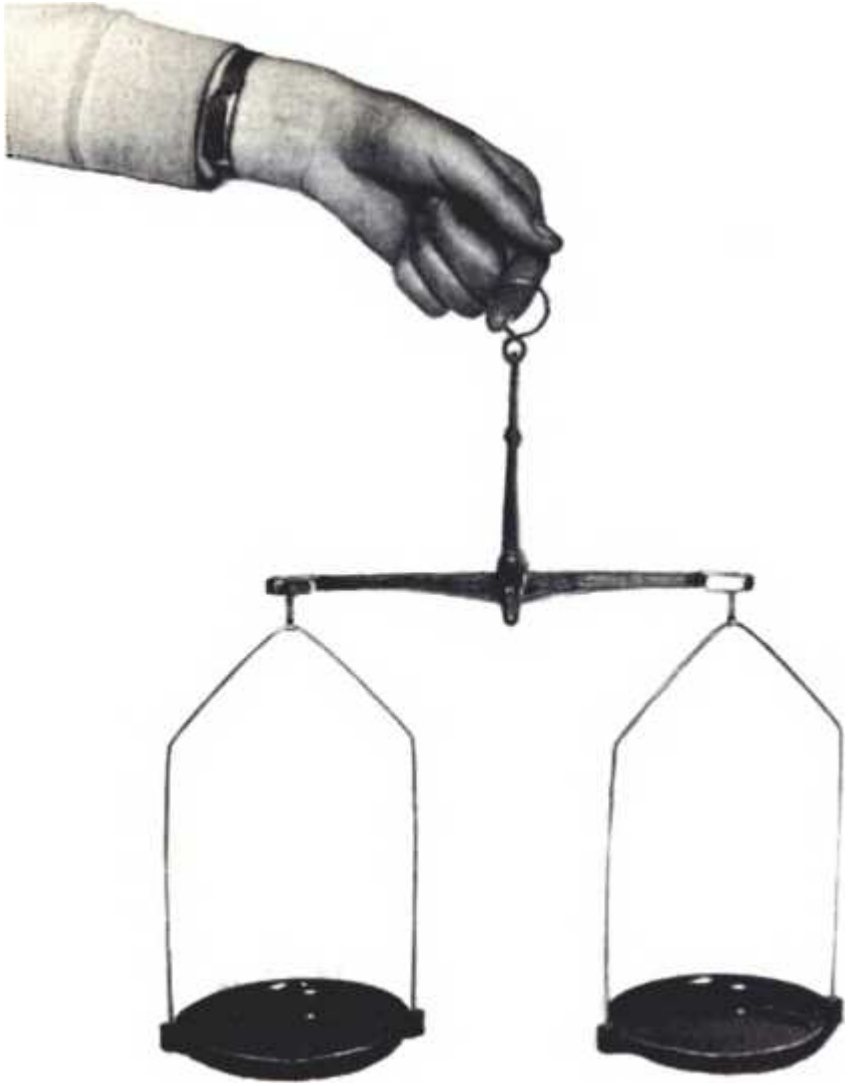
NaCl

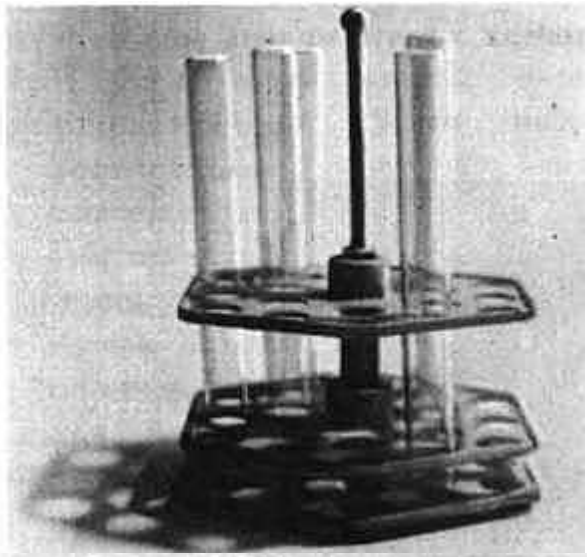


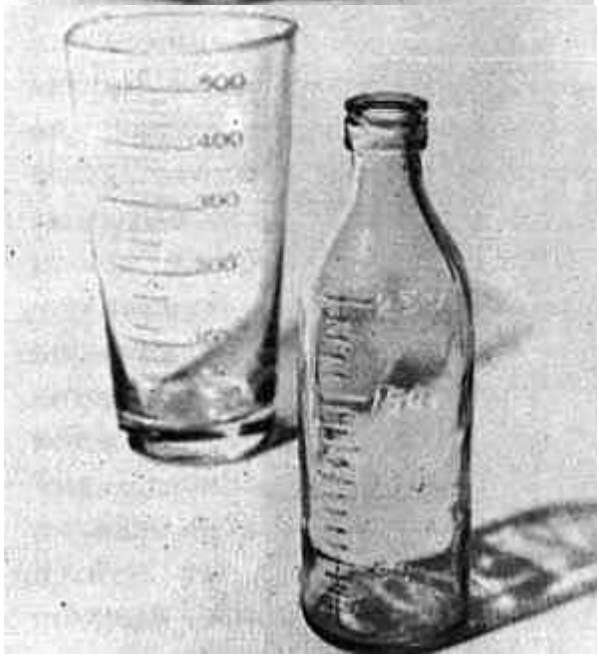


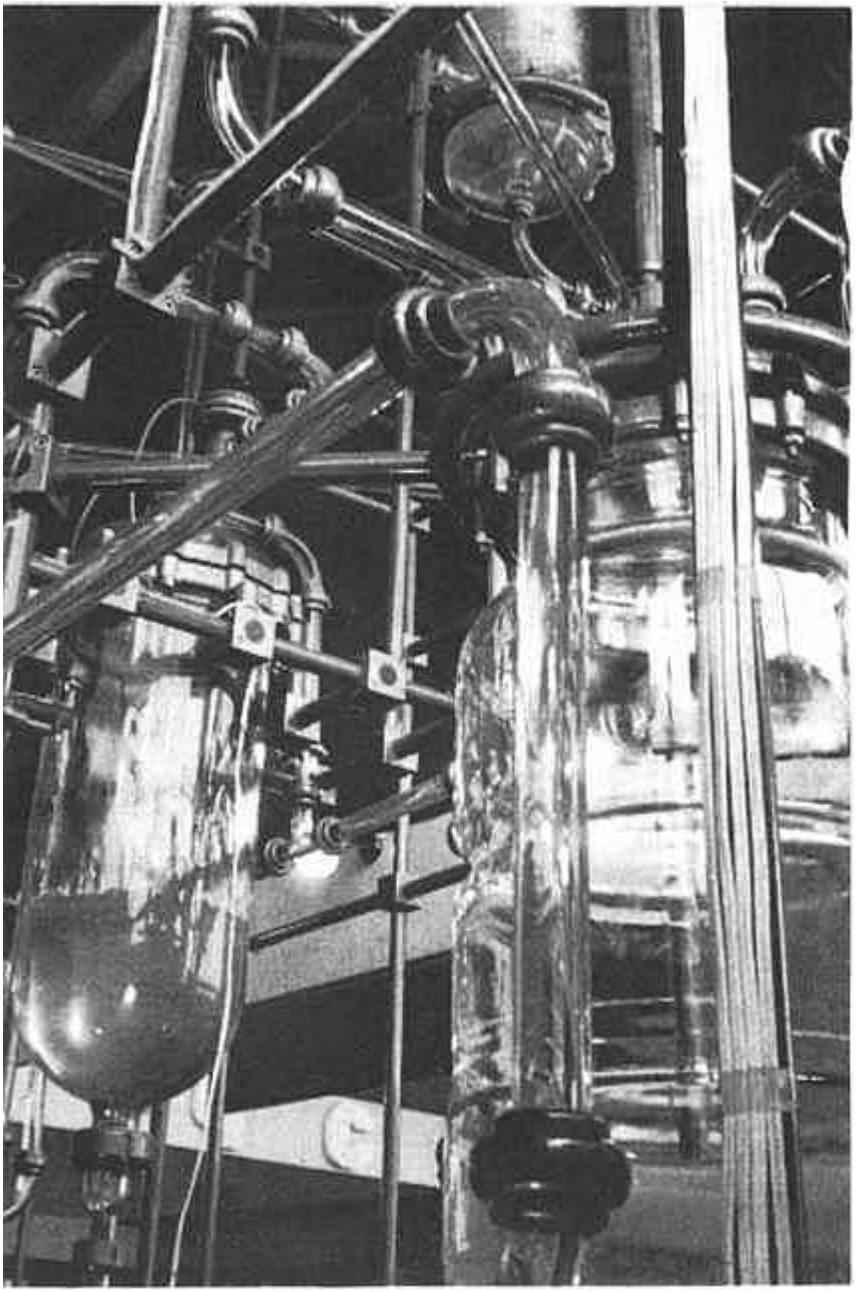
На верхних снимках ты видишь обстановку обычной (не домашней) химической лаборатории. Обрати внимание на сушилку для посуды (фото слева): очень удобная и полезная вещь. В уменьшенном размере, на три-четыре склянки, такая сушилка не помешает и в твоей лаборатории. А одеваться для опытов лучше всего так, как показано на нижнем снимке: рабочий халат плюс резиновые перчатки. Если ты не уверен в своей аккуратности или во время опыта могут лететь брызги, то поверх халата надень еще фартук, лучше клеенчатый.

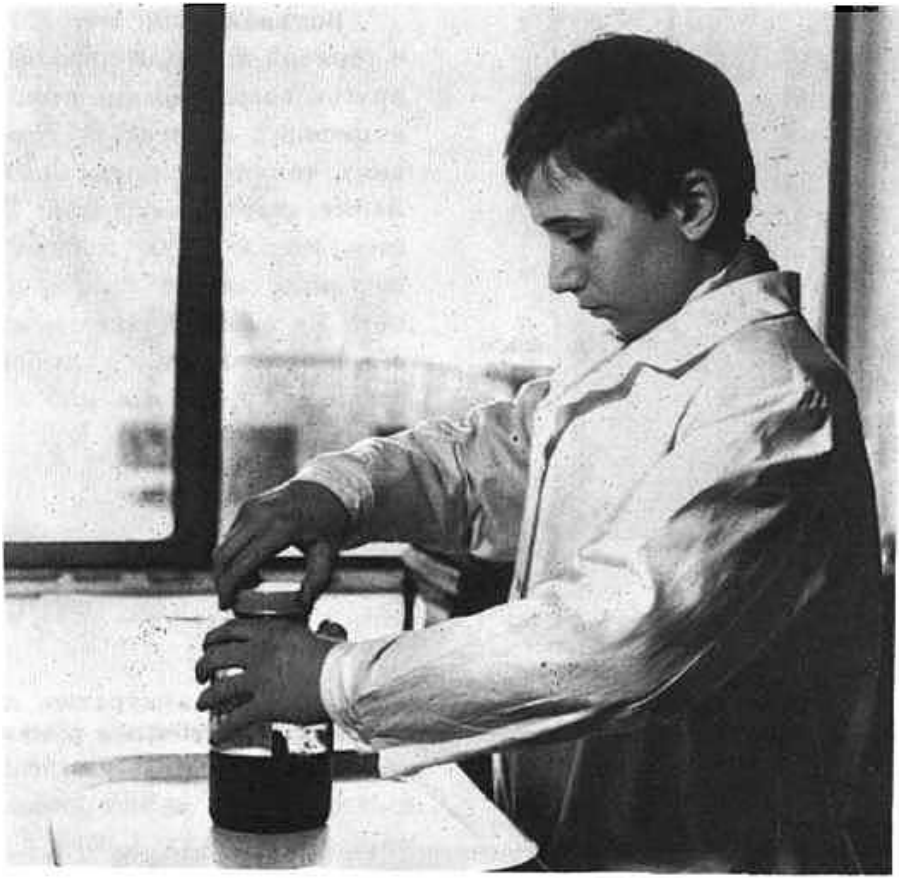
Внизу — фрагмент настоящей (и довольно сложной) лабораторной установки для получения химических веществ. Но до этого нам пока далеко. Слева — гораздо более простые, но оттого не менее полезные устройства: рычажные весы, на которых фотолюбители отмеряют вещества для обработки пленки и бумаги; подставка для пробирок (в упрощенном виде ты и сам сможешь ее сделать); мерная посуда для измерения объемов жидкостей. Бутылочки с делениями для наших опытов ничуть не хуже, чем химические мерные стаканы.



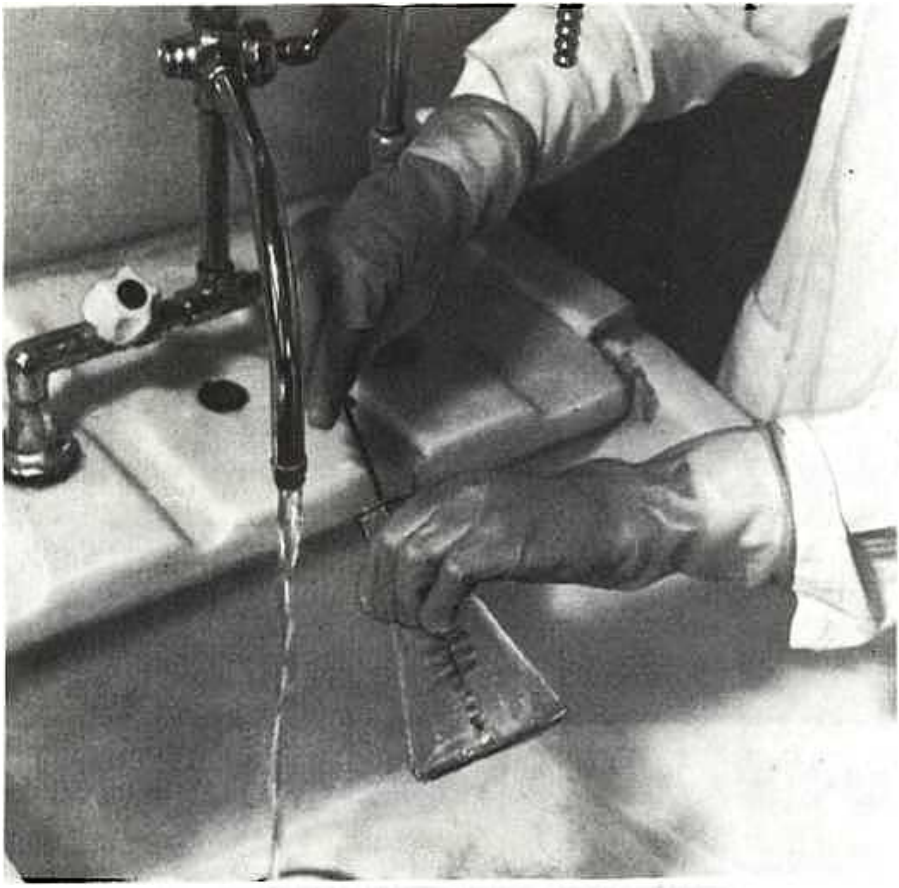



500
400



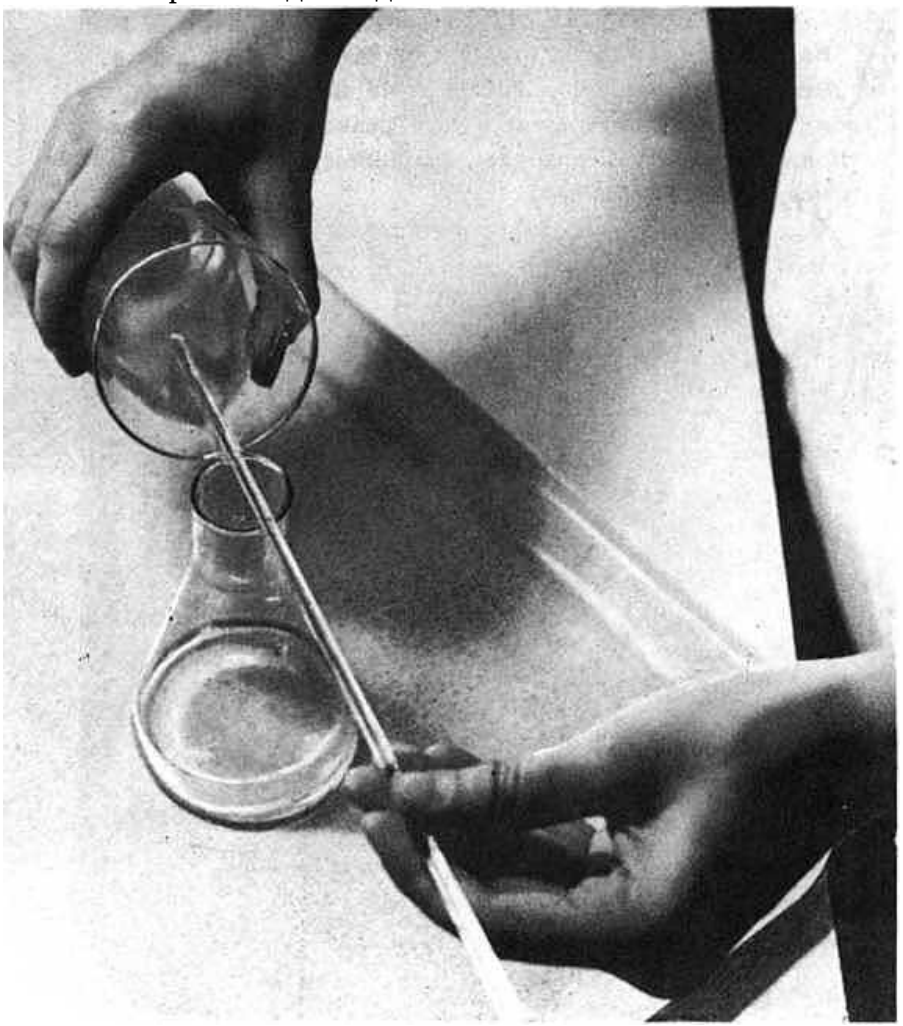


На верхнем снимке: так надо открывать склянки с веществами. И так же работать — не наклоняясь над сосудом, в котором идет химическая реакция. А после того как опыт закончен, не забудь сразу же тщательно вымыть всю посуду (снимок внизу).

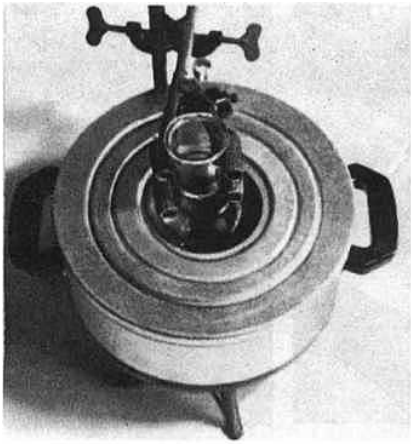


Водяная баня: металлический сосуд с горячей водой, в

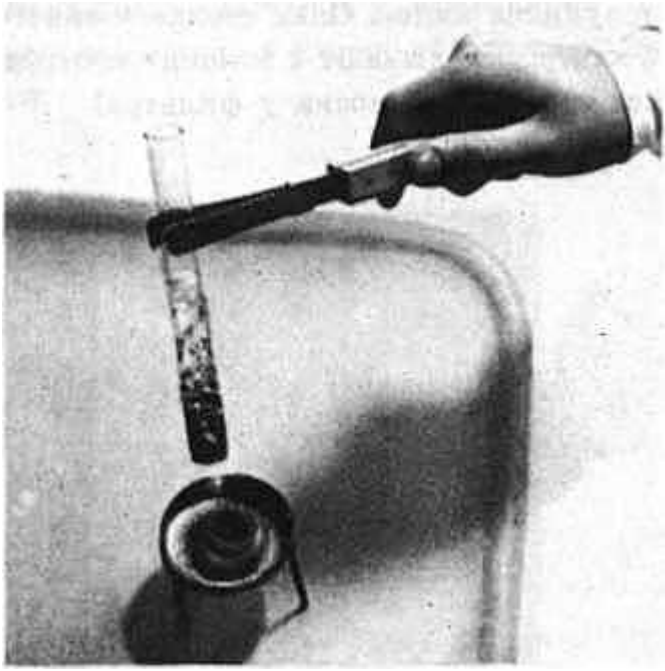
котором нагревается другой сосуд, обычно стеклянный, с реакционной смесью. В домашних условиях такую водяную баню вполне заменит старая кастрюля. Запомни, что стеклянный сосуд должен быть только из тонкостенного стекла, иначе он лопнет! Склянку можно заменить и жестяной баночкой. В любом случае не ставь их прямо на дно водяной бани.



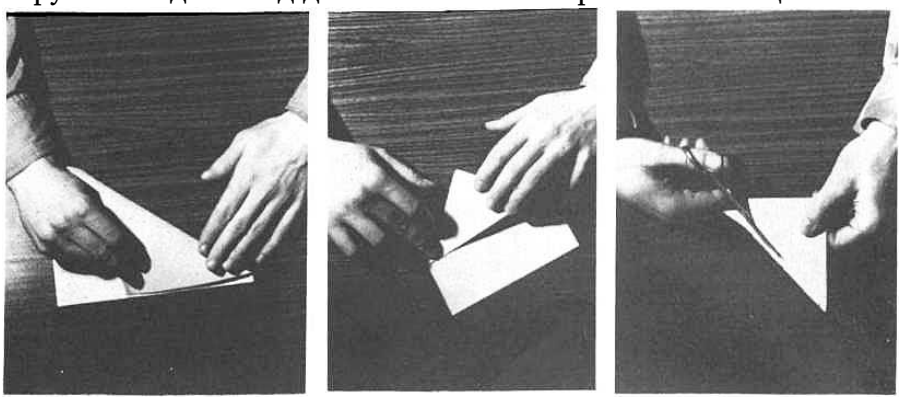
Переливай жидкости и сливай их с осадка без спешки, аккуратно, лучше всего — по стеклянной палочке. А сухие вещества никогда не бери голыми руками!



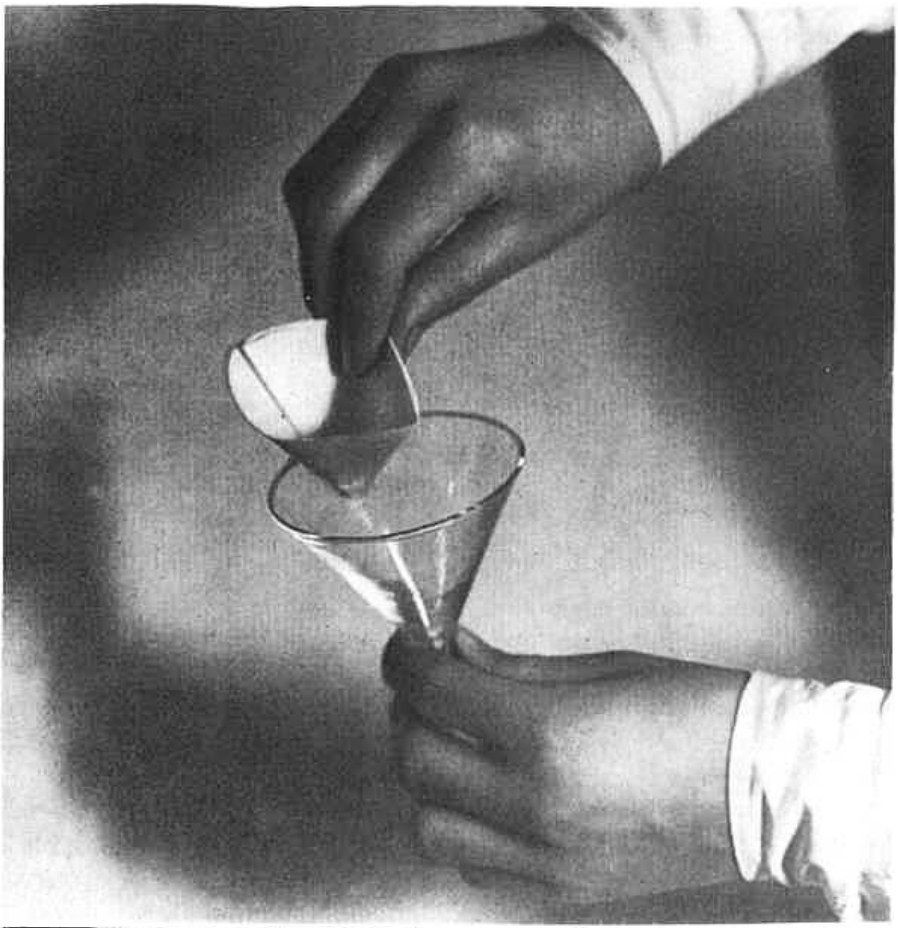
Вот так надо нагревать небольшие количества веществ. Пробирка должна быть из тонкого стекла и с круглым дном. Ее ни в коем случае нельзя держать рукой, только держалкой (сделанной, например, из бельевой прищепки). Для нагревания можно использовать таблетки сухого горючего. Никогда не поджигай их прямо на столе — только на специальном поддоне! Гасить таблетку удобнее всего пустой жестянкой, перевернутой вверх дном.



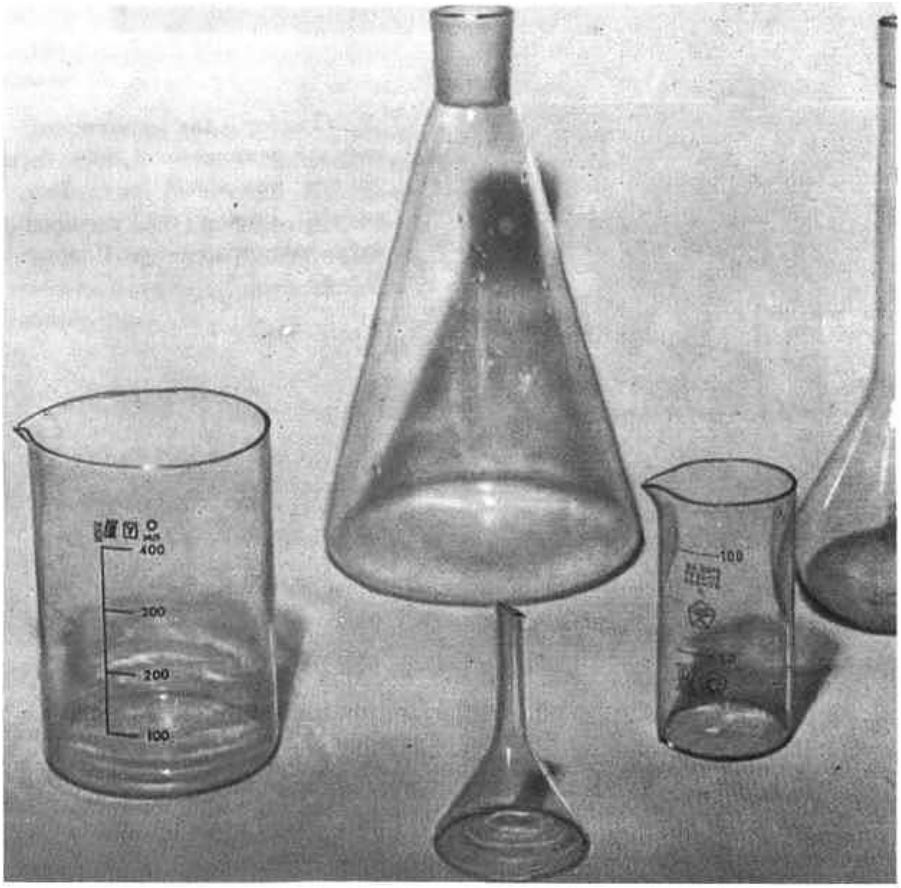
Довольно часто химикам приходится измельчать твердые вещества, превращать их в порошок. Чем сильнее вещество измельчено, тем легче оно вступает в реакцию. Для растирания нужна ступка с пестиком из какого-либо твердого материала. Химики предпочитают фарфоровые ступки: фарфор не разрушается даже под действием самых агрессивных веществ.

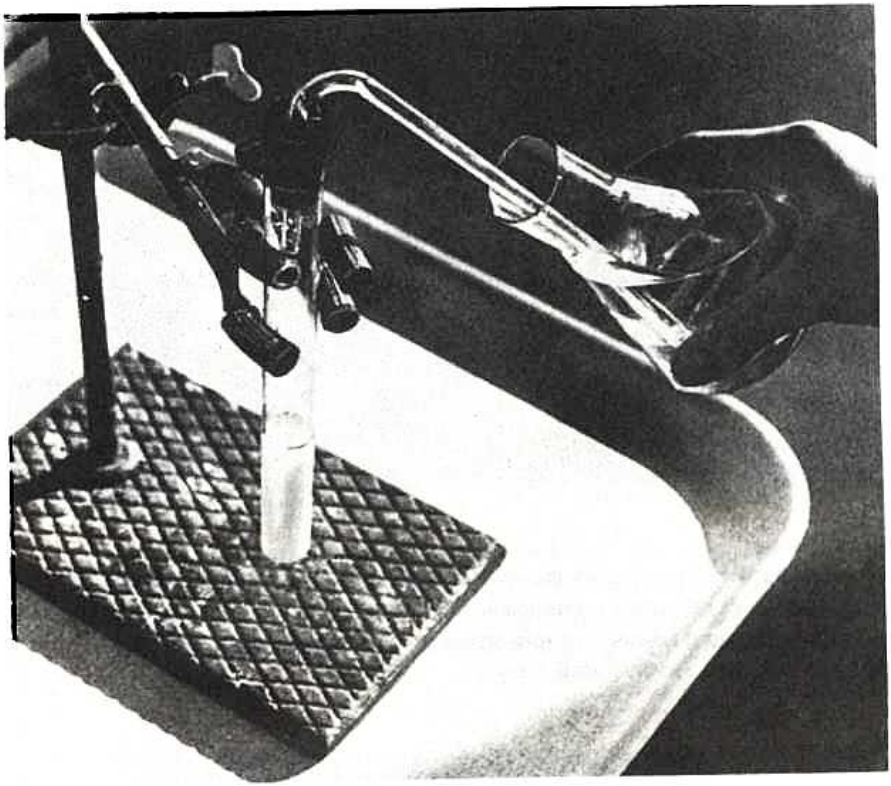


Так делают фильтр из листа промокательной (фильтровальной) бумаги. Квадрат складывают вдвое и еще раз вдвое, обрезают ножницами на дуге, а потом расправляют, чтобы получился кулек. Одна стенка у такого кулька в три слоя бумаги, другая — в один слой. Фильтр вкладывают в воронку и перед началом работы смачивают водой. Ни в коем случае не отрывай носик у фильтра!

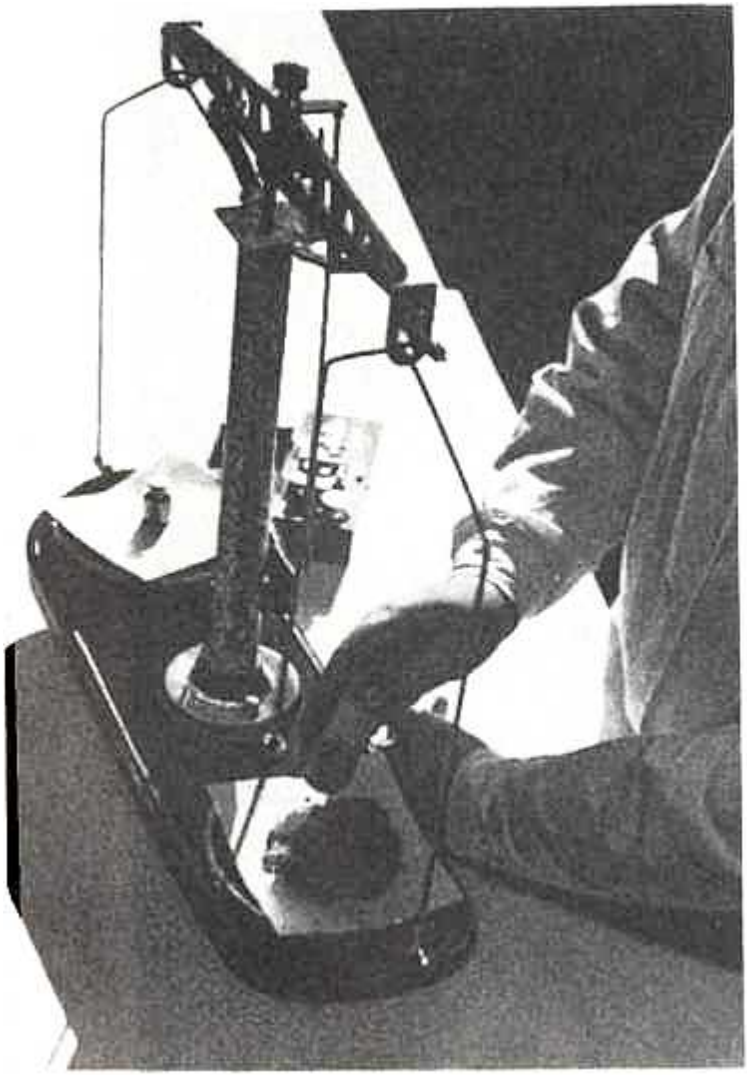


Слева вверху — выпаривание жидкости на водяной бане. Чашечка должна быть достаточно широкой, чтобы вода легче испарялась. Справа — опыты с изменением цвета пламени удобно проводить, внося в него те или иные вещества на маленькой ложке с длинной ручкой. Внизу — образцы химической посуды.


400
300
200
100
100

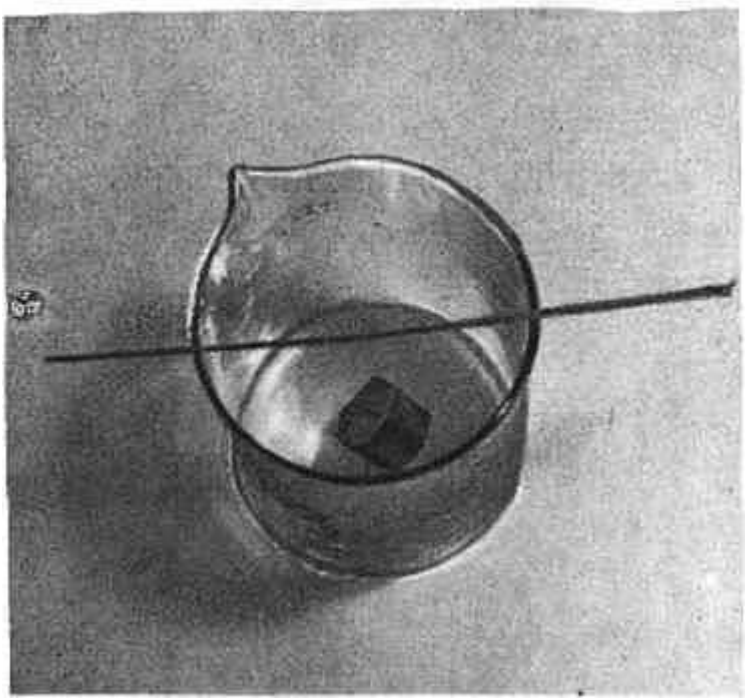


Прибор для получения газов: сосуд с реакционной смесью, пробка, трубка, приемный сосуд. Вместо изогнутой стеклянной трубки можно взять резиновый или пластмассовый шланг.

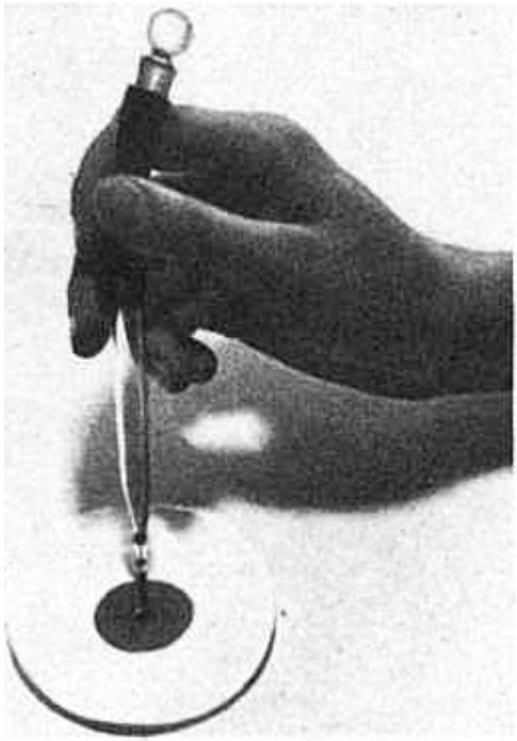


Так работают с настоящими лабораторными весами (обрати внимание на листки бумаги, положенные на чашки весов, — это обязательно надо делать!).

Получение сажи — черного красящего вещества. Если на холодный массивный предмет направить пламя свечи, то образуется копоть. Она состоит из сажи, или, если говорить строго, из элементарного углерода.

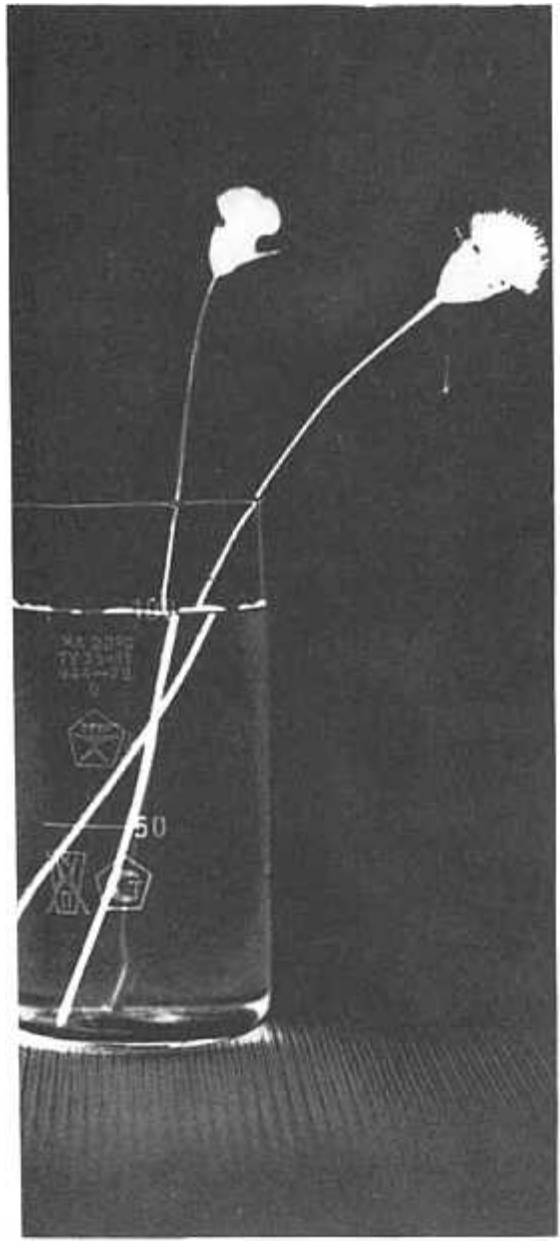


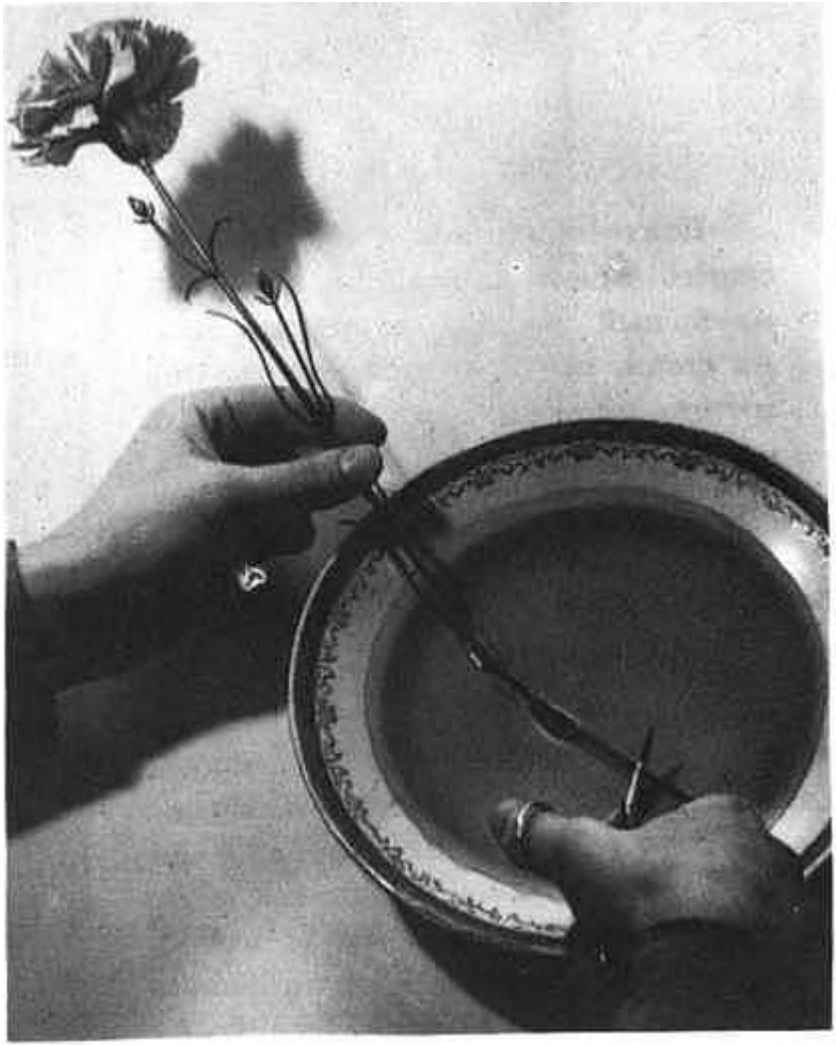
Для опытов с кристаллизацией годится любой стакан, необязательно химический. В стакан наливают насыщенный раствор вещества, сверху кладут палочку, а вокруг нее обматывают нитку с кристалликом-затравкой.



Хроматография на бумаге не требует никакого специального оборудования, нужны только листок белой фильтровальной (промокательной) бумаги и пипетка, которой набирают исследуемое вещество.

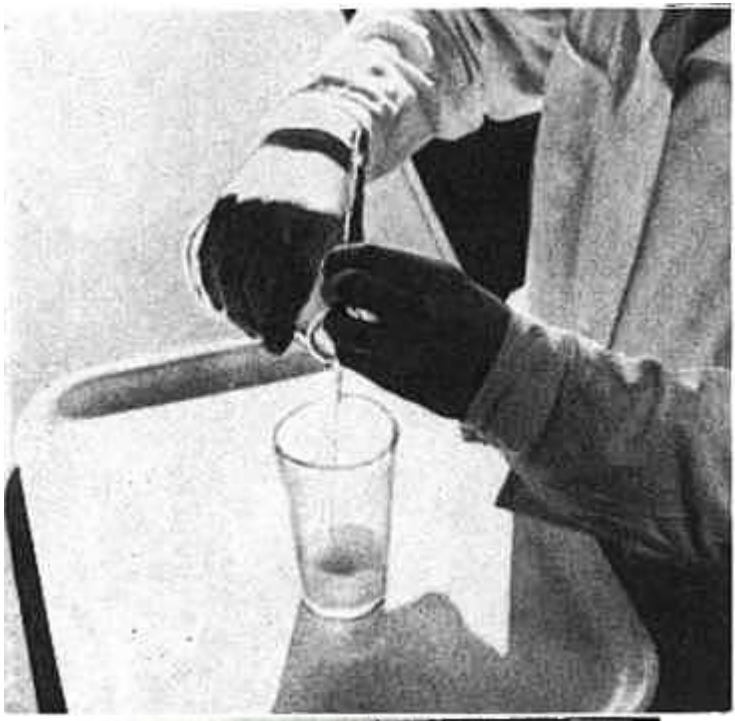
Растительное царство на удивление богато разнообразными химическими веществами. Значит, с растениями можно ставить полезные и поучительные опыты.


50



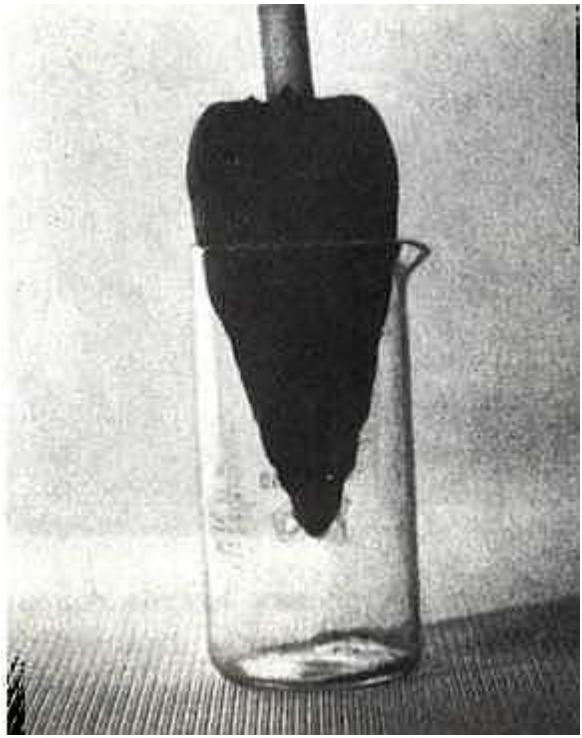
Если стебель цветка срезать под водой, то цветок будет долго стоять в вазе, не увядая. Почему? Ответ на этот вопрос (и на многие другие) ты найдешь в главе «Летние чудеса».

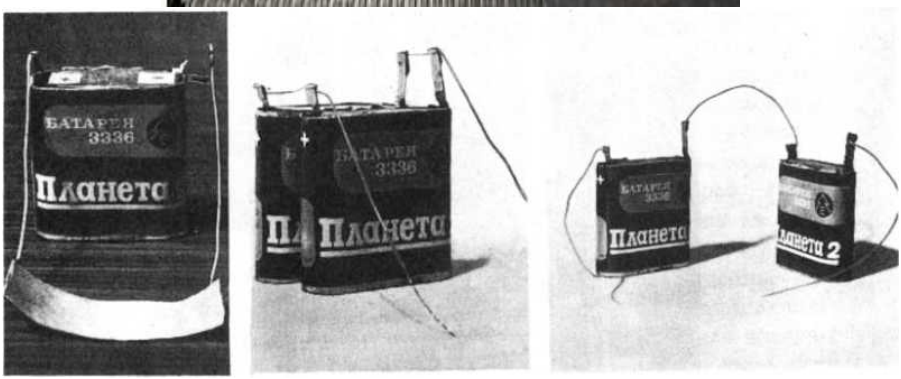
Лепестки многих цветов содержат красящие вещества, которые изменяют свой цвет под действием кислот и щелочей. Значит, лепестки могут служить сырьем для приготовления индикаторов. А еще на них можно делать надписи и рисунки химическим способом…



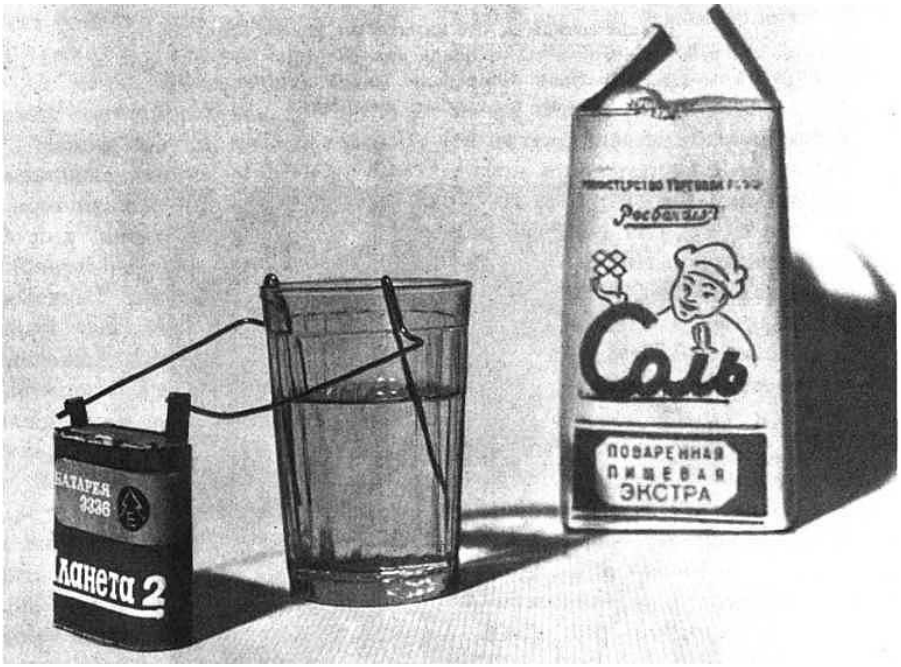
Когда ты сливаешь две жидкости (фото вверху), не торопись и лей тонкой струйкой. Если надо, то одновременно перемешивай жидкости в сосуде стеклянной палочкой — реакция будет идти быстрее. Следующие два снимка иллюстрируют опыты с мягкой и

жесткой водой. В мягкой воде мыло прекрасно пенится, а в жесткой оно вовсе не дает пены — ему мешают растворенные в воде соли. На снимке внизу — опыт с морковкой, которая работает, словно насос, перекачивая воду снизу вверх, — и в конце концов вода начинает выливаться из трубки.

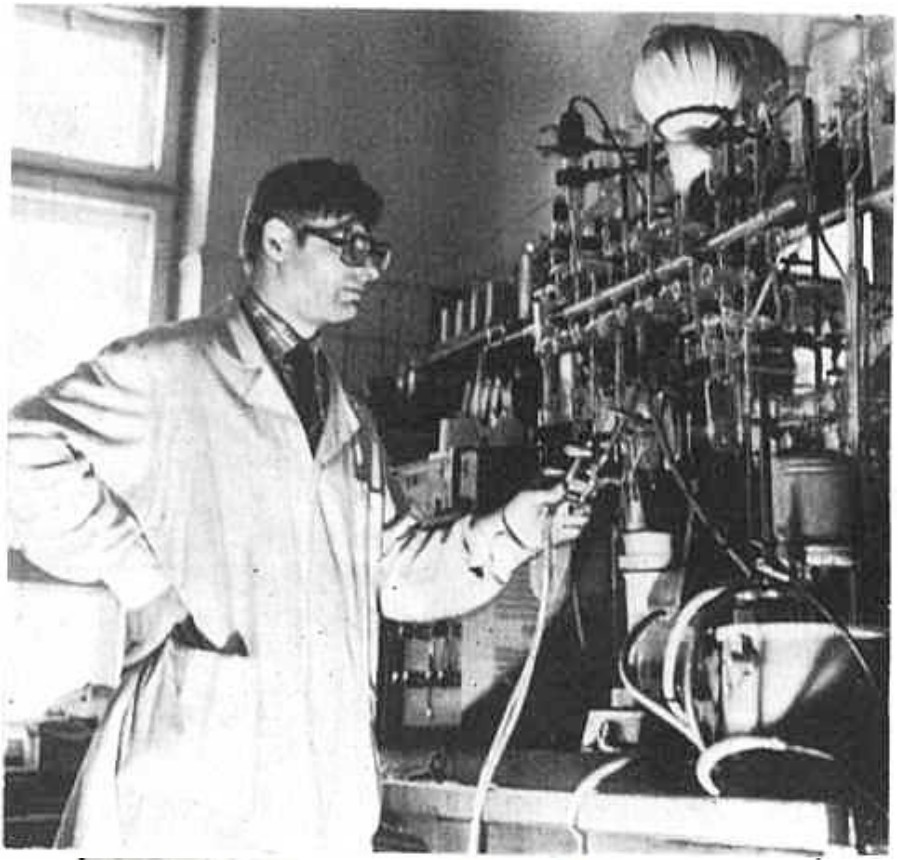


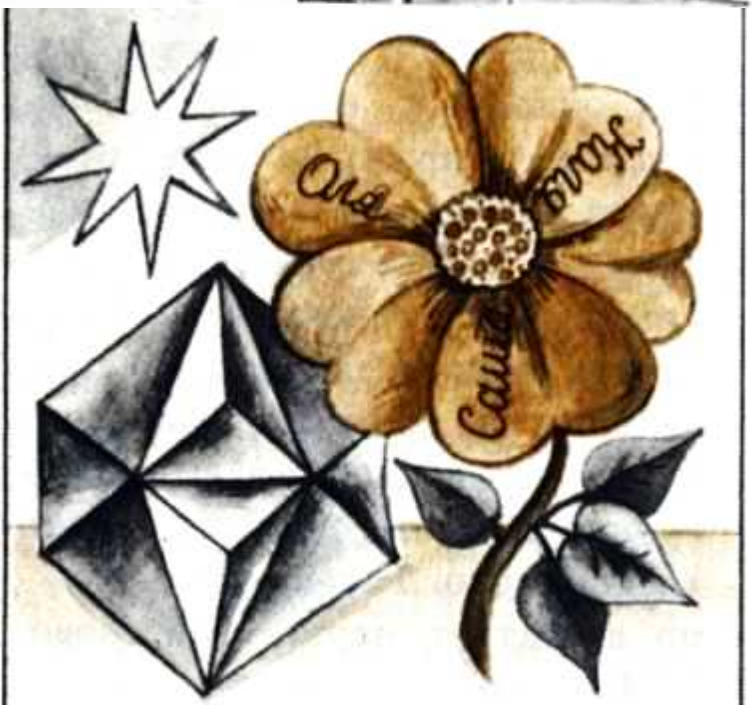


Слева направо: как различить положительный и отрицательный полюса батарейки с помощью полоски фильтровальной бумаги; параллельное соединение батареек; последовательное соединение батареек. Внизу: простейший опыт с электролизом раствора соли. Эти иллюстрации — к главе «Электрические чудеса», последней в этой книжке.


Соль
ПОВАРЕННАЯ
ПИЩЕВАЯ
ЭКСТРА
Планета 2

Вполне возможно, что химические чудеса придутся тебе по вкусу и ты примешь решение стать химиком. Что ж, мы будем этому рады. Работать в настоящей лаборатории — что может быть интереснее!





Приложения

Казалось бы, книжка кончилась — зачем еще какие-то приложения?

А затем, чтобы легче было в ней ориентироваться.

Между прочим, многие очень серьезные научные книги тоже заканчиваются приложениями. В них читатель может найти таблицы и графики, которые поясняют текст, даты тех или иных открытий, имена ученых, сделавших эти открытия, а также многие другие сведения. Но чаще всего там бывают указатели.

Вот что такое указатель. Предположим, что, прочитав несколько книг, ты решил заняться выращиванием кристаллов, но вот беда — забыл, где об этом подробно рассказано — в книге «Чудеса на выбор» или в какой-то еще. Как же быть? Читать все заново? Нет. Надо взять «Чудеса на выбор», заглянуть в самый конец и проглядеть указатель, в котором перечислены по алфавиту все опыты, о которых в ней рассказывалось. На букву «к» есть слово «кристаллы» — значит, все в порядке.

Указатели очень удобны — и для ученого, и для начинающего химика, и для просто читателя. Тебе указатель сослужит еще одну службу. Вряд ли эту книжку надо читать насквозь — от первой страницы до последней. Наверное, придется останавливаться, ставить какие-то опыты, возвращаться к тем, что пропустил раньше. Словом, читать вразбивку. На самом деле только так и надо ее читать.

Но как же запомнить, где какой опыт описан? Можно, разумеется, завести блокнотик и делать в нем выписки, но указатель избавляет от такой ненужной работы. Не надо ничего запоминать или выписывать — достаточно найти по алфавиту тот опыт, который ты разыскиваешь, посмотреть, на какой странице начинается его описание, и открыть книгу на этой странице. Только и всего.

В этой книге тебе встречались некоторые «химические» слова, которых ты, скорее всего, не знал. Они обозначают предметы и явления, свойственные той или иной науке, и называются терминами. Понятно, что в нашей книжке больше всего химических терминов. И мы решили: тебе может пригодиться перечень этих терминов с пояснениями, что они значат. Подобные словарики часто бывают и в научных изданиях. Конечно, ученый может заглянуть и в толковый словарь, и в специальную энциклопедию, если не знает какой-то термин или вдруг забыл его, но это отнимает время и отвлекает от работы. А так — посмотрел в самый конец книги, и все стало понятно.

И тебе, наверное, принесет пользу такой краткий словарик. Поэтому мы поместили его после указателя опытов.

И наконец, третье приложение посвящено различным химическим наукам.

Как ты помнишь, химия изучает вещества и их превращения. В прежние времена, когда химическая наука делала только первые шаги и о мире веществ было известно совсем немного, ученый мог сказать о себе: «Я химик». Теперь получены и исследованы более пяти миллионов веществ. Мыслимое ли дело удержать в памяти все их свойства и все превращения?

Вот почему современный ученый-химик на вопрос о специальности ответит, скорее всего, не вообще, а конкретно: «Я биохимик», или: «Я кристаллохимии», или как-то еще в этом роде. Он обязательно уточнит, какая область химии ему ближе всего.

И в самом деле, когда научная территория становится такой обширной, ее просто необходимо разбить на области — чтобы легче было ориентироваться. Разумеется, хороший химик знает основы всей своей науки, он представляет, что происходит в соседних областях; но то, что делается в его собственной области, он обязан знать досконально. Только тогда можно сказать в науке свое слово.

Как ни удивительно, но ты, ставя самые первые опыты, невольно вторгался в самые разные, и порою весьма сложные, области химической науки. Это напоминает историю, происшедшую с героем одной из комедий Мольера: он вдруг обнаружил, что всю жизнь, не подозревая о том, говорил прозой. Вот так и ты, сливая растворы и перемешивая вещества, становился то биохимиком, то кристалло-химиком…

Заключительное приложение поможет тебе разобраться в том, какие сегодня есть в химии области, чему они посвящены и не вторгался ли ты в них, когда занимался простыми экспериментами. Конечно, мы не сможем дать полного списка. Мы ограничимся только самым главным, в пояснение дадим несколько примеров. Однако, надо полагать, и этого будет достаточно, чтобы ты получил представление о том грандиозном научном сооружении, которое называется современной химией.

Словарь, указатель и другие подобные им сведения для справок печатают отдельно от основного текста, и их не надо читать насквозь: такой «справочный аппарат» нужен, чтобы отыскать в книге то, что особенно интересует читателя. А так как, надо думать, многие из читателей этой книги, став взрослыми, будут заниматься научной работой, то и здесь, хотя нашей книжке далеко до строгих научных монографий, помещен

справочный аппарат.

Вполне умышленно. Чтобы ты постепенно приучался работать со справочниками. Без этого умения в настоящей науке и шагу не ступить…

Итак, три справочника:

1) перечень опытов с указанием, где их отыскать;

2) перечень терминов с краткими объяснениями;

3) перечень химических наук с примерами.

Во всех трех справочниках слова расположены по алфавиту.

Перечень опытов

Активированный уголь — обесцвечивание (благодаря адсорбции) чернил и других красящих веществ… 25.

Батарейка — из алюминиевых кружков… 86

— из медных пятаков … 85

— из старой батарейки…. 86.

Вода — разложение электрическим током на кислород и водород… 88

Глюкоза — цветные реакции… 77

Глицерин — превращение в сахар… 78

Дыхание — проявление отпечатков на стекле … 52

Желатиновая рыбка — изгибается от дыхания … 48

Желатиновый студень — испытание на клейкость…. 47

Железные гвозди — покрываются слоем меди в растворе медного купороса… 24

Жженый сахар — приготовление карамели… 74

Жидкое стекло (или силикатный клей) — изготовление цветных картинок… 30

Замедление реакций — в желатиновом растворе…. 48

Запах — поглощение (адсорбция) пористыми веществами…

26
Известковая вода — помутнение под действием углекислого газа… 19
— как ее приготовить … 18
Инвертный сахар — испытание цветными реакциями… 76
Ингибиторы — вещества, замедляющие скорость течения химической реакции… 68
извлечение их из растений… 68
Индикаторы — из природных веществ… 15
— из соков и компотов…. 15
— фенолфталеин… 14
Йод — заставляет синеть картошку и другие продукты, содержащие крахмал… 17
Искусственное волокно — его получение из медноаммиачного раствора…. 59
Искусственный мед — его изготовление из сахара…. 77
Камедь — как ее растворить…. 65
Карамель (смотри: жженый сахар) — как ее приготовить… 74
Каучук натуральный — извлечение его из растений… 57
Кислоты — как их отличить от оснований… 14
Краски акварельные — как их сделать… 65
Красящие вещества — как извлечь их из растений…. 63
Крахмал — окрашивание под действием йода … 17
— расщепление в присутствии кислоты… 80
— расщепление слюной…. 81
— утрачивание окраски при действии сульфита натрия и соды… 18
Кристаллы — как их правильно выращивать … 43
— как регулировать их величину… 44
— металлической меди…. 46
— особо красивые образцы… 45
Марганцовка — образование хлопьев при реакции с сульфитом натрия … 20
— окрашивание раствора… 20
— очищение воды… 21
Медный купорос — цветная реакция с раствором аммиака… 23
Медь — обесцвечивание раствора йода… 27
Металлический узор — изготовление способом гальванопластики… 94
Морозный узор — на желатиновом студне… 50
— на стекле… 41
Моющие вещества — как извлечь их из растений…. 36
Мыло — поведение в мягкой и жесткой воде …. 35

— изготовление из растительного масла и соды…. 34
— изготовление из стеариновой свечки… 34
Мыльный раствор — испытание на щелочность … 33
Невидимые надписи — как их сделать и как проявить… 31
Окраска ткани и пряжи — самодельными красителями… 66
Основания — как отличить их от кислот… 14
Отпечатки пальцев — как сделать их видимыми…. 51
Патина — как получить налет на меди и бронзе…. 93
Патока — сладкий продукт из крахмала… 81
Пламя — по его окрашиванию различают вещества… 25
«Плюс» и «минус» батарейки — как их различить… 85
Пищевые продукты — испытание на кислотность…. 16
Поваренная соль — разложение электрическим током на электродах … 89
— то же на медных электродах… 90
Полупроницаемая перегородка — задерживает молекулы сахара и пропускает молекулы воды…. 70
— в растительной клетке…. 70
Пятно от марганцовки — как его удалить …. 21
Растения — выделяют при дыхании кислород …. 71
— перекачивают воду от корней к листьям …. 69
Сахар (сахароза) — превращение в глюкозу и фруктозу… 75
— свечение в темноте под действием трения …. 73
Светочувствительная соль — хлорид серебра… 60
Свеча — приготовление стеарина из мыла 34
Серебряное зеркало — его изготовление из нитрата серебра и глюкозы …. 78
Скорость реакции — опыты с содой и уксусом…. 12
Соли жесткости — наблюдение за выпариванием воды… 36
Соли — получение из морской воды… 55
Срезанные растения — продвижение воды по сосудам… 71
Старая батарейка — как ее зарядить вторично …. 87
— как ее «оживить» …. 86
Стиральный порошок — стирка в жесткой и мягкой воде… 36
Травление — железных и медных предметов раствором йода… 38
Углекислый газ — его обнаружение в выдыхаемом воздухе… 19
— получение из лимонада или минеральной воды…. 18
Ускорение реакции — как работают катализаторы…. 75
Фокусы — превращение «воды» в «кровь»…. 16
— превращение «чая» в «воду»… 18
Фруктовые соки — испытание на присутствие сахаров… 76
Химическая грелка — как ее приготовить… 40

Химическая чистка — удаление пятен адсорбцией… 37
— окислением… 37
— удаление пятен экстракцией… 37
Химические часы… 61
Хроматография — разделение веществ на колонке…. 29
— то же на пластинке со слоем крахмала… 29
— то же на промокательной бумаге… 28
— то же чернил и красок… 29
Цветные кольца в студнях 49 Цветные кристаллы — растворение в студнях … 48
Цветочные лепестки — как сделать на них надписи… 67
Чернение меди — покрытие чеканки чернью… 93
Чистка меди — аммиаком, кислотой, нашатырем, одеколоном… 39
Чистка умывальника — марганцовкой и кислотой… 39
Экстракция — водой красящих веществ кофе и цикория… 28
— йода бензином …. 26
— хлорофилла спиртом.… 27
Электризация трением — как получить рисунок на стекле… 53
Электрический ток — как его обнаружить… 84
Электричество — очищает грязную воду… 87
Электрохимическое меднение — как сделать медное покрытие на стали …. 92
Электрохимическое растворение металла — сверление отверстий с помощью электрического тока … 90
Электрохимическое сверло — из медицинского шприца… 91

Перечень терминов с краткими объяснениями

Адсорбция — процесс, при котором поверхность твердого тела поглощает вещества из жидкости или газа.

Батарея — несколько одинаковых аппаратов или устройств, которые объединены в одно целое для совместной работы. Батарейкой мы обычно называем электрические элементы, соединенные вместе и помещенные в общую оболочку.

Вакуум — разреженное состояние воздуха и других газов, когда молекул в том же объеме содержится меньше, чем при нормальных условиях. Вакуум получают искусственно, с помощью специальных вакуумных насосов.

Водяная баня — сосуд с горячей водой, которую можно нагреть до температуры 100 °С; в воду помещают другой, меньший по размерам сосуд с веществом или смесью веществ.

Восстановление — процесс, обратный окислению, понижение степени окисления атомов в молекуле (см. окисление).

Высаливание — прием, позволяющий выделить вещество из раствора, добавив какое-либо другое вещество (обычно соль, которая растворяется в воде лучше, чем то вещество, которое надо выделить).

Гальванопластика — получение точных металлических копий под действием электрического тока. Металл осаждают на том предмете, с которого надо снять копию.

Горение — химическая реакция окисления, которая сопровождается выделением тепла в большом количестве, а часто (но не всегда) и света. Существует и беспламенное горение на катализаторах; его используют, например, в химических грелках.

Жесткость воды — свойство воды, вызванное присутствием в ней солей кальция и магния (солей жесткости). Эти соли осаждаются при нагревании на стенках сосудов (накипь), затрудняют стирку и приготовление пищи. Кипячением жесткость воды устраняется лишь отчасти.

Инвертный сахар — смесь двух простых сахаров, глюкозы и фруктозы, полученная при расщеплении свекловичного или тростникового сахара — сахарозы.

Ингибиторы — вещества, которые снижают скорость химических реакций; по действию противоположны катализаторам.

Индикаторы — вещества, которые определенным образом

изменяют свою окраску в присутствии тех или иных веществ или под воздействием кислот и оснований.

Искусственное волокно — волокно, полученное из природного вещества (например, из древесины) после его химической обработки. К искусственным относятся медноаммиачное, вискозное, ацетатное и некоторые другие волокна.

Камедь — углеводы с очень крупными молекулами. Содержится в соке и смоле некоторых растений, в частности фруктовых деревьев. Камедь извлекают из натеков на стволах, например, вишни, сливы, абрикосов.

Капилляры — очень узкие трубки; мельчайшие сосуды, которые пронизывают живые ткани растений и животных.

Карамель — жженый сахар, употребляемый для подкрашивания и придания своеобразного вкуса кондитерским изделиям и мороженому (крем-брюле). В другом значении — всем известное лакомство, конфета с начинкой или без нее (леденец).

Катализаторы — вещества, ускоряющие химические реакции; по действию противоположны ингибиторам.

Кислоты — класс химических соединений, обычно с острым характерным вкусом; распознаются по окраске химических индикаторов. Вступают в реакцию с основаниями (реакция нейтрализации) и теряют при этом свои кислотные свойства.

Клейстер — клейкий раствор, который образуется при нагревании смеси крахмала с водой.

Кольца Лизеганга — окрашенные кольца, появляющиеся в студнях при некоторых цветных реакциях.

Концентрированный раствор — раствор, содержащий много растворенного вещества (то же, что крепкий раствор).

Красители — вещества природного происхождения или искусственно полученные, применяемые для крашения ткани, кожи, меха, бумаги и т. д.

Краски акварельные (акварель) — краски, разводимые в воде и содержащие обычно добавку клея для лучшего закрепления на бумаге.

Кристаллизация — образование кристаллов из пара, раствора или расплава вещества. В процессе кристаллизации кристаллы растут, присоединяя молекулы из жидкости или пара. Кристаллизация из раствора встречается в химии чаще всего.

Кристаллы — твердые тела, в которых атомы и молекулы выстроены в строгом порядке, образуя так называемую кристаллическую решетку определенного строения, от чего зависит форма кристалла.

Молекула — самая малая частица вещества, которая

сохраняет все его химические свойства. Молекула состоит из одинаковых или (что чаще) различных атомов, соединенных химическими связями.

Насыщенный раствор — раствор, в котором вещество уже не может больше растворяться, и избыток его остается нерастворенным.

Окисление — процесс, при котором повышается степень окисления атома или молекулы, например, при соединении вещества с кислородом. Противоположный процесс — восстановление.

Основания — класс химических веществ, вступающих в реакцию с кислотами. Могут быть определены с помощью индикаторов. Растворимые в воде основания называют щелочами.

Патина — пленка, которая образуется на меди или бронзе естественным образом или искусственно (патинированием). Эта пленка предохраняет металл от дальнейшего разрушения.

Патока — сладкий продукт, получаемый из крахмала под действием разбавленных кислот.

Полупроницаемая перегородка — тонкая пленка с порами такого размера, что через них одни молекулы проходят, а другие, более крупные, пройти не могут.

Протрава — вещество (обычно в растворе), которым обрабатывают окрашиваемый материал, чтобы получить нужный оттенок и закрепить краситель.

Прядильный раствор — густой раствор, из которого получают искусственное или синтетическое волокно, продавливая этот раствор через очень тонкие отверстия и закрепляя тем или иным способом получившиеся волоконца.

Реакция химическая — превращение одних веществ в другие.

Сахара — вещества из класса углеводов, сладкого вкуса, хорошо растворимые в воде.

Светочувствительные вещества — вещества, способные изменять окраску под действием света или разлагаться с выделением окрашенных веществ.

Синтетические материалы — несуществующие в природе материалы, полученные искусственно, химическим путем. Примеры синтетических материалов: пластмассы, химические волокна (капрон, нитрон и т. п.), каучуки.

Студень — густая масса, которая образуется при набухании некоторых веществ в растворителе (например, желатины в воде).

Травление — растворение поверхности твердых материалов химическим (или электрохимическим) способом.

Углеводы — большая группа природных веществ, широко

используемых в питании. Включает в себя крахмал, сахара (глюкозу, фруктозу, сахарозу и т. д.), а также клетчатку (основу бумаги и многих природных волокон) и десятки других веществ. Углеводов особенно много в сладостях, макаронах, хлебе, картофеле и т. п.

Ферменты — природные катализаторы, присутствующие во всех живых клетках. Помогают превращению веществ в организме.

Фильтрование — разделение веществ с помощью перегородок (например, фильтровальной бумаги), которые пропускают жидкость или газ, но задерживают твердые частицы.

Фотосинтез — превращение зелеными растениями лучистой энергии Солнца в химическую энергию. Фотосинтез — основа существования жизни на Земле. При фотосинтезе выделяется кислород, необходимый для дыхания животных и людей, и поглощается углекислый газ.

Химические источники тока — устройства, которые вырабатывают электроэнергию благодаря химическим реакциям. Примеры: электрические элементы одноразового пользования (самостоятельные или объединенные в батарею); аккумуляторы, которые можно заряжать по мере надобности.

Хроматография — способ разделения и изучения смесей, основанный на том, что вещества по-разному растворяются в тех или иных растворителях и неодинаково адсорбируются на тех или иных поверхностях.

Цветные реакции — реакции, сопровождающиеся изменением цвета веществ.

Экстракция — извлечение вещества из смеси благодаря лучшей его растворимости в том или ином жидком растворителе.

Электризация — образование на поверхности электрических зарядов, например при трении.

Электрический элемент — разновидность химического источника тока, составная часть электрической батарейки.

Электрод — часть электрического прибора, подводящая ток к жидкости или газу, в которых идет электрохимическая реакция. Электроды бывают из металла, графита и других материалов, хорошо проводящих электрический ток.

Электролиз — химический процесс, который происходит на электродах, погруженных в жидкость, при прохождении электрического тока.

Электролиты — вещества и смеси, обычно жидкие, способные пропускать электрический ток.

Электролитическая ванна — сосуд, в котором протекает электролиз.

Перечень химических наук с примерами

Агрохимия (агрономическая химия) — наука о химических процессах, которые идут в растениях и в почве. Агрохимия изучает питание растений, состав почв, рекомендует те или иные удобрения и химические вещества, которые защищают растения от болезней и вредителей.

Аналитическая химия — наука о способах, которые позволяют узнать состав вещества. Услугами аналитической химии пользуются химики всех специальностей. Примеры химических анализов из этой книги: помутнение известковой воды (анализ на углекислый газ), покраснение раствора под действием фенолфталеина (анализ на основания), цветные кольца в студнях (анализ на углеводы). Все это — так называемые качественные анализы, они дают ответ на вопросы: с каким веществом мы имеем дело, из чего оно состоит. Есть еще более сложный количественный анализ. Он позволяет сказать точно: сколько вещества, в каком соотношении входят в него химические элементы.

Биохимия (биологическая химия) — наука о химическом составе живых тканей и клеток и о тех процессах, которые

протекают в организмах. Биохимия — наглядный пример слияния двух наук: химии и биологии. Она изучает не только свойства веществ, входящих в состав растений, животных и микробов, но также их превращения в организме (или, говоря иначе, обмен веществ). Примеры биохимических опытов: расщепление крахмала слюной, изучение хлорофилла, испытание пищевых продуктов на присутствие сахаров и кислот.

Геохимия — наука о химическом составе Земли, ее поверхностных и глубинных слоев. Геохимия изучает историю нашей планеты и ее нынешнее состояние, позволяет предсказать, где находятся месторождения полезных ископаемых.

Гидрохимия — наука о химическом составе природных вод, ветвь геохимии. Опыты с морской водой, с солями жесткости, с очисткой загрязненной воды — вот типичные примеры гидрохимических опытов.

Коллоидная химия — наука о неоднородных системах и их поведении. К числу таких систем относятся, в частности, мыльная пена, клеточный сок растений, студни, которые содержат мельчайшие частички твердого вещества, равномерно распределенного в жидкости. Примеры опытов: замедление реакций в желатиновом студне, опыты с моющими веществами — синтетическими и природными, опыты с полупроницаемыми перегородками.

Космохимия (космическая химия, астрохимия) — наука о химическом составе космических тел, межпланетного и межзвездного пространства. По вполне понятным причинам космохимических опытов в этой книге, к сожалению, нет.

Кристаллохимия — наука о химических связях в кристаллах, об их химическом устройстве. Она изучает, как образуются кристаллы и как изменяется их форма в зависимости от условий, в которых они возникают и растут. Выращивание простых и сложных кристаллов, описанное в этой книге, дает представление о предмете кристаллохимии.

Лесохимия — наука о составе древесины и о тех производствах, для которых древесина служит сырьем (изготовление бумаги, глюкозы, канифоли и т. д.).

Механохимия — наука о химических превращениях под действием механических сил. Пример такого превращения: свечение сахара в темноте под действием сил трения.

Неорганическая химия — наука о химических элементах и их соединениях, за исключением соединений углерода, изучаемых другой наукой — *органической химией*. Неорганическую химию раньше называли еще *минеральной*, потому что она изучает вещества, составляющие мир неживой

природы, в том числе минералы. В этой кциге неорганической химии посвящено очень много опытов. Например: опыты с медным купоросом, с поваренной солью, с травлением железа и меди, с марганцовкой.

Нефтехимия — наука о веществах, получаемых из нефти, и об их производстве. Свыше четверти всей мировой химической продукции приходится сейчас на долю нефтехимии. Так как опыты по нефтехимии сложны и огнеопасны, их в этой книге нет.

Органическая химия — в противоположность *неорганической химии*, наука только о соединениях *углерода* с другими элементами. Углерод имеет удивительную способность образовывать всевозможные цепи и кольца и присоединять другие химические элементы. Такие соединения составляют основу всего растительного и животного мира, они исчисляются миллионами (неорганические соединения — сотнями тысяч). Значительная часть опытов в этой книге — из области органической химии. Несколько примеров: реакции глюкозы и глицерина; приготовление искусственного меда из сахара; приготовление свечи из мыла и мыла из стеариновой свечи; опыты с красителями; извлечение индикаторов из растений. Все упомянутые вещества — органические, то есть они содержат углерод.

Термохимия — наука, которая изучает тепловые явления при химических реакциях. В некоторых реакциях тепло поглощается (то есть реакционная смесь охлаждается), но чаще реакции идут с выделением тепла. Пища, которую мы съедаем, после сложных химических превращений в организме обеспечивает нас теплом и энергией. Пример термохимического опыта: химическая грелка.

Фармацевтическая химия — наука о химических свойствах лекарств и их воздействии на организм. Как получать, очищать, хранить и анализировать лекарства — вот чем занимается фармацевтическая химия. Реакции, в которых участвуют аптечные препараты (глюкоза, нашатырный спирт, марганцовка и проч.), встречаются в этой книге то и дело.

Физическая химия — наука, которая объясняет химические явления и устанавливает их закономерности на основе физических и математических правил. Это — теоретическая основа и для органической, и для неорганической, и для аналитической химии.

Фотохимия — наука, которая изучает химические реакции, вызванные светом и протекающие под действием света. Самая важная фотохимическая реакция в природе — образование кислорода зелеными растениями на свету. Практически вся современная фотография основана на фотохимической реакции

разложения солей серебра. Оба эти явления проиллюстрированы в книге простыми опытами.

Химическая кинетика — наука о скорости химических реакций, важный раздел физической химии. Химические реакции можно ускорять с помощью катализаторов и замедлять с помощью ингибиторов. Без точного знания химической кинетики невозможно современное химическое производство. Опыты по кинетике встречались тебе неоднократно. Например: химические часы; опыты с содой и уксусом; опыты с природными и искусственными ингибиторами; расщепление крахмала в присутствии кислоты.

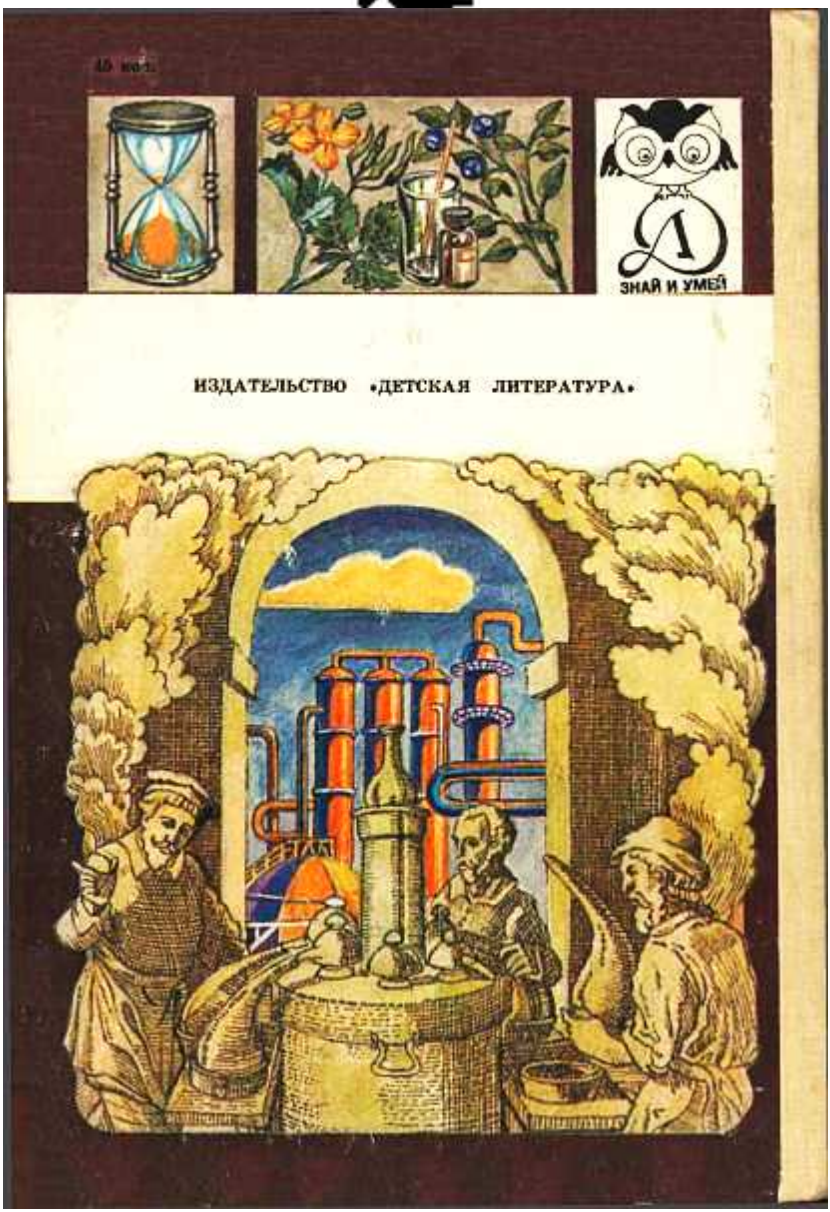
Химическая технология — наука о химическом производстве, о том, как, изменяя состав материала, превратить его в нужное нам вещество. Получение металла из руды, бензина из нефти, азотных удобрений из воздуха и природного газа — все это варианты химической технологии. Среди опытов, напечатанных в книге, есть немало таких, которые иллюстрируют распространенные химико-технологические процессы. Вот примеры: экстракция веществ растворителями; адсорбция веществ углем и другими пористыми материалами; меднение стали; окраска ткани; гальванопластика.

Химия полимеров (химия высокомолекулярных соединений) — наука о получении, свойствах и превращениях полимеров, то есть таких веществ, молекула которых составлена из множества одинаковых, более мелких молекул. Такое строение придает полимерам (высокомолекулярным соединениям) особые свойства, широко используемые и в промышленности, и в повседневной жизни. К числу полимеров относятся каучуки, пластмассы, волокна, клеи, а также природные вещества, в частности крахмал и желатина. Примеры из книги: опыты с крахмалом; извлечение каучука из молочайных растений; приготовление медноаммиачного волокна.

Химия природных соединений — наука о веществах, которые образуются в живых организмах (растениях, животных, бактериях), об их превращениях и искусственном получении. К природным соединениям относятся, например, углеводы, хлорофилл, камедь, природные индикаторы.

Электрохимия — наука, которая изучает связь между электрическими и химическими процессами. Знание электрохимии позволяет сделать химические источники тока — батарейки и аккумуляторы, наносить защитные покрытия, получать с помощью тока алюминий, соду, хлор, десятки других соединений. Некоторые из этих процессов ты воспроизводил в простых опытах. Например: электрохимическое растворение

металла, изготовление самодельных батареек, электролиз воды и поваренной соли.



notes

Примечания

1

Это название поставлено в кавычки, потому что оно неверно с точки зрения химиков, хотя до сих пор широко распространено. *(Прим, автора).*